



Den blå by
udfordringer og muligheder

Jensen, Marina Bergen; Fryd, Ole

Publication date:
2009

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Jensen, M. B., & Fryd, O. (2009). *Den blå by: udfordringer og muligheder*. Skov & Landskab, Københavns Universitet. Arbejdsrapport Skov & Landskab Nr. 88/2009



Den blå by

– udfordringer og muligheder

ARBEJDSRAPPORT SKOV & LANDSKAB

88 / 2009



Marina Bergen Jensen og Ole Fryd



Titel

Den blå by – udfordringer og muligheder

Denne redegørelse er udarbejdet af

Marina Bergen Jensen og Ole Fryd, Skov & Landskab
for
By- og Landskabsstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Tak til:

Anders Sanderbo, Haderslev Kommune
Birgit Paludan, Greve Kommune
Bo Laden, Aalborg Kommune
Carsten Agesen, Vesthimmerlands Kommune
Helle Katrine Andersen, DANVA
Jan Poulsen, Egedal Kommune
Jens Ole Skov, Herning Kommune
Kirsten Ledgaard, By & Havn
Klavs Jørgensen, Helsingør Boligselskab
Niels Bent Johansen, Københavns Energi
Ole Helgren, Århus Kommune
Ole Mark, DHI
Peter Krarup, Roskilde Kommune
Per Hallager, Odense Vandselskab
Søren Peter Sørensen, Silkeborg Kommune.

Serie

Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 88-2009

Udgiver

Skov & Landskab

Dtp

Karin Kristensen

Bedes citeret

Jensen, Marina Bergen og Fryd, Ole (2009): Den blå by – udfordringer og muligheder. Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 88-2009. Skov & Landskab, Københavns Universitet, Hørsholm. 37 s. ill.

ISBN

978-87-7903-436-5 (internet)

Fotos og illustrationer af

Ole Fryd, medmindre andet er anført.

Forsidefoto

Ole Fryd

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af Skov & Landskab's navn kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

Indhold

Indhold	
Introduktion	5
1. Vandets funktion i byen	6
Byens tekniske vandkredsløb	7
Byerne er vigtige	8
2. Eksempler på vand i byen	9
1. Løgstør Havn, Løgstør	11
2. Vision 2100, Aalborg	12
3. Klimastrategi, Greve	13
4. Stenløse Syd, Stenløse	14
5. Haderslev Havn, Haderslev	15
6. Silkeborg Papirfabrik, Silkeborg	16
7. Trekroner Øst, Roskilde	17
8. Vapnagård, Helsingør	18
9. Augustenborg, Malmø	19
10. Fuglsang Sø, Herning	20
11. Ørestad, København	21
12. Skibhuskvarteret, Odense	22
3. Aktuelle problematikker	23
Hvordan tackles de øgede vandmængder?	24
Hvordan håndteres de miljøskadelige stoffer i byens vandmiljø?	27
Kan der skabes merværdi af investeringer i vandinfrastrukturer?	30
4. Anbefalinger	34
Referencer	36

Introduktion

Temaet »vand i byen« er et spørgsmål om fornuft og kærlighed. Fornuft fordi vand er både livsvigtigt og livsfarligt. Kærlighed fordi de fleste mennesker deler en glæde ved vand; en form for fascination af elementet, der ligger ud over afhængigheden. Begge aspekter er essentielle for byens funktion, og begge er aktuelt underlagt stærke drivkræfter for forandring.

Den fornuftige side af sagen handler om byens vandforsyning, spildevandshåndtering, regnafledning og – for nogle byers vedkommende – også kystsikring. Hertil er typisk knyttet store investeringer i infrastrukturer med tilhørende kompetenceopbygning omkring anlæg og drift.

Menneskets kærlighed til vand sætter sit aftryk i byen på mange måder. Fra springvand, spejlbasiner og promenader langs havne, åer og søer, over alternative gang- og cykelruter tværs gennem moser og langs vandløb, til hele bydele, der udvikles eller omdannes med havnefronter, søer eller kanaler som centrale karaktergivere.

Der er en række aktuelle forhold, der lægger op til ændringer i den måde vand håndteres og bruges på i byen. Byen er nødsaget til at forholde sig aktivt til klimaændringer, miljøfremmede stoffer og nedslidte kloakker. Drivkræfter, som derudover kan spille sammen med byens vand, er befolkningens ønsker om leg, læring og oplevelser i bymiljøet, samt det eksplosivt voksende globale vand- og byudviklingsmarked.

Denne redegørelse søger at belyse de udfordringer og muligheder vi står overfor i forbindelse med vand i den bæredygtige by. Rapporten er opdelt i 3 dele:

- Første del beskriver de præmisser og udfordringer, der vedrører vand i byen
- Anden del præsenterer gennem et katalog af danske projekter, samt et enkelt svensk, mulige strategier og løsninger, der kan inspirere til udviklingen af en fremtidig praksis
- Tredje del lægger op til debat ved at problematisere udvalgte strategier.

1. Vandets funktion i byen

Vandets historiske betydning for byerne

Langt størstedelen af de historiske byer i Danmark ligger ved vandet, gerne i bunden af fjorde og ved åmundinger, hvor der har været gode naturlige havnemuligheder, adgang til ferskvand og måske kort vej til vandkraft. Vandet var den primære transportvej for gods og personer. Med jernbanebyggerierne i sidste halvdel af det 19. århundrede startede bevægelsen fra søtransport til mere landbaseret transport. Gradvist kom biler og lastbiler til, vejene blev bredere og hurtigere, og senest har broerne bidraget til at binde landet sammen. Havnene er blevet færre, og dem der er tilbage er oftest flyttet væk fra den historiske bymidte, hvilket har efterladt mange danske byer med centralt beliggende erhvervs- og flådehavne, der har udtjent deres funktion. Dette giver nye muligheder og nye udfordringer for byerne.

Vand som strukturerende element

I en dansk sammenhæng blev vandets potentiale i sammenhæng med byomdannelser først og tydeligst demonstreret med frilægningen af Århus Å. Åens stille løb og det gendigtede vadested er en attraktion for byens borgere og besøgende turister, og spiller en central rolle i det samlede løft af Århus midtby. Den frilagte å refererer til byens historie, navn og placering, og danner samtidig retning. På sigt vil åen forbinde byen og havnen i en sammenhængende blå struktur.

Vandets sanselige attraktionsværdi

Vandet har en dragende effekt. Vadestedet i Århus er et eksempel. Havnebadet ved Islands Brygge i København er et andet. Her kan københavnernes tage en dukkert midt i metropolens bankende hjerte, hvilket er en kvalitet, der er med til at positionere København blandt internationale storbyer. Hvad enten der er direkte kontakt til vandet eller ej, er der en kvalitet i at kunne se, dufte og høre vandet. Det har ejendomsmæglerne opdaget for længst.

Vandets økonomiske attraktionsværdi

En undersøgelse har vist, at villaer med udsigt til havet i gennemsnit koster 1,9 mio. kr. mere end den normale huspris, mens boliger med søudsigt har en mersalgspris på 700.000 kr. (Home, 2008). Havnearealer og søer kan være med til at tiltrække ressourcestærke borgere og virksomheder. Dette ses i Herning, hvor der er etableret en stor kunstig sø i tilknytning til udbygningen af et nyt og eksklusivt boligområde. Her er boligejere sikret søudsigt, mens byens borgere kan gå tur langs søbredden i en by, der ellers fra naturens side ikke er privilegeret med store åbne vandflader.

Den samfundsmæssige gevinst for søen i Herning, såvel som for havnebadet i København og Vadestedet i Århus, går ud over den relativt snævre omkostnings- og tilbagebetalingsvurdering, der ofte kendetegner investeringer i tekniske anlæg. I Herning er den estimerede mersalgspris for ejerboligerne langs den kunstige sø en halv milliard kroner, hvilket skal ses i relation til anlægsomkostningerne for søen og de omkringliggende naturområder, der beløber sig til små 40 millioner kroner (Plan09, 2008). Dertil kommer den samlede værdistigning for byens borgere og for byen som helhed.

Byens tekniske vandkredsløb

Indvinding og distribution af rent vand udgør sammen med bortledning og behandling af regn- og spildevand de primære elementer i byens tekniske vandkredsløb.

I Danmark er 99 % af drikkevandsforsyningen baseret på grundvand, hvilket er unikt i international sammenhæng. Grundvand, der er faldet som regnvand for typisk 30 - 40 år siden, pumpes op, iltet og filtreres på vandværket inden det via forsyningsledninger ledes til forbrugerne. Over halvdelen af vandet bruges i husholdningerne, mens erhverv og institutioner bruger cirka en tredjedel. Derudover er der et vandtab i ledningsnettet på 5 - 10 % (DANVA, 2007).

I husholdningerne bruges vandet til bl.a. drikkevand, madlavning, badning, tøjvask og toiletskyl. Det brugte vand ender som spildevand. Ofte skelnes mellem gråt spildevand fra køkken og bad, og sort spildevand fra toiletter. Vandforbruget i husholdningerne er faldet med cirka 1/3 over de seneste 20 år. Det skyldes kampagner for at spare på vandet, nye teknologier og ikke mindst en stigning i den forbrugeroplevede vandpris. I dag koster 1 m³ vand typisk omkring 40 kr., hvilket er en 4-dobling siden slutningen af 1980'erne.

Spildevandshåndteringen fungerer primært af sundheds- og miljømæssige årsager. Husholdningernes grå og sorte spildevand ledes sammen med evt. forrenset spildevand fra industrier, hospitaler, m.v. til den offentlige kloak, hvorfra det ledes til renseanlæg. Dertil kommer afledning af regnvand for at sikre fremkommelighed og minimere risikoen og omkostningerne ved eventuelle oversvømmelser i byen. Regnvand og spildevand opsamles enten i et fælles rørsystem, en såkaldt fælleskloak, eller i to separate systemer, hvor der er ét selvstændigt ledningsnet for regnvand og ét ledningsnet for spildevand. Som noget nyt afprøves flere steder, bl.a. i Ørestad ved København, separat-systemer, hvor regnvandssystemet opdeles i to systemer, ét til at tage vandet fra tage, og ét til det mere forurenede regnvand der strømmer af fra veje og P-pladser. Valg af kloaksystem er oftest historisk betinget, således har de fleste byområder, der er etableret før 1960'erne, fællessystemer, mens nyere byområder som hovedregel har separat-systemer. Fællessystemer er de mest kritiske, da ekstremregn¹ medfører udledning af urensset spildevand til vandmiljøet og risiko for oversvømmelser med opblandet toiletvand i gader og kældre.

I løbet af 1980'erne og 1990'erne er landets renseanlæg blevet kraftigt udbygget og renser nu byernes spildevand effektivt for organisk stof, kvælstof og fosfor. Byernes belastning af det modtagende vandmiljø er derfor kraftigt reduceret, og spiller en begrænset rolle for de fortsatte problemer med opblomstring af algevækst, iltvind m.v. i søer og fjorde. Der er dog fortsat betydelige problemer med udledning af urensset spildevand i forbindelse med kraftig nedbør. Desuden kan renseanlæggene ikke i tilstrækkelig grad fjerne tungmetaller og miljøfremmede stoffer fra spildevandet, hvorfor der stadig forestår en opgave med at begrænse udledningen af bl.a. vaskemidler, medicinrester og hormonforstyrrende stoffer.

¹ Ved ekstremregn forstås en regn, der er så stor at kloaksystemets kapacitet overskrides. Størrelsen på ekstremregn varierer dermed fra sted til sted efter hvor stor afledningskapaciteten er i det aktuelle område.

Byerne er vigtige

Byerne spiller en særlig rolle for håndteringen af vand både i dag og i arbejdet fremover for at afbøde de negative konsekvenser af klimaændringerne.

Kvantitative udfordringer

Når det regner skaber de mange tage, veje og pladser en stor og relativt hurtig afstrømning fra byen. Byens kloaksystem skal sikre, at regnen ikke fører til oversvømmelser med deraf følgende konsekvenser for trafiksikkerheden, skader på infrastruktur og potentielle sundhedsrisici. Ingen kloaksystemer er dog bygget til at klare de helt store regn. Det typiske servicemål er for fælleskloakker at de ikke giver oversvømmelser oftere end hvert 10. år, mens det tilsvarende mål for regnvandssystemer er hvert 5 år. Med nyudstyknings og forøgelse af de befæstede arealer i byen, f.eks. flisebelagte forhaver, nærmer afvandingssystemerne sig mange steder deres maksimale kapacitet. Med de forventede klimaændringer og de deraf følgende kraftigere og hyppigere store regn vil kloakkapaciteten sættes under yderligere pres. Udover behovet for øget afvandingsskapacitet skal håndteringen af vand på terræn, når der alligevel kommer oversvømmelser, medtænkes i den fysiske planlægning af byen.

Udfordringer vedrørende vandets kvalitet

Når regnvandet strømmer hen over byens overflader skifter vandet karakter fra forholdsvis rent til temmelig beskidt. Forvitring af bygninger og slid på køretøjer og vejbelægninger resulterer sammen med forbruget af benzin, olie, ukrudts- og algemidler, m.v., der følger af transport, opvarmning og vedligehold i byen, i diffus forurening af det afstrømmede regnvand. Vandet kan således ikke betragtes som rent og uden konsekvenser for naturen, hvis det ledes urensset til vandløbene. Det er heller ikke uproblematisk at tilbyde dette vand til rekreative formål til borgerne, endsige udnytte vandet som sekundær ressource til forsyningsformål. Især indholdet af suspenderet stof, tungmetaller, olie og miljøfremmede organiske forbindelser er bekymrende. Regnvandets forureningsprofil er derfor en udfordring allerede i dag i forhold til beskyttelse af vandmiljøet, og vil være det i et bredere perspektiv fremover, hvis regnvandet ønskes udnyttet som ressource i byen eller skal håndteres lokalt via nedsivning, hvor risikoen for grundvandsforurening – på grund af vandet selv eller nedsivning gennem forurenede jord – må tages i betragtning.

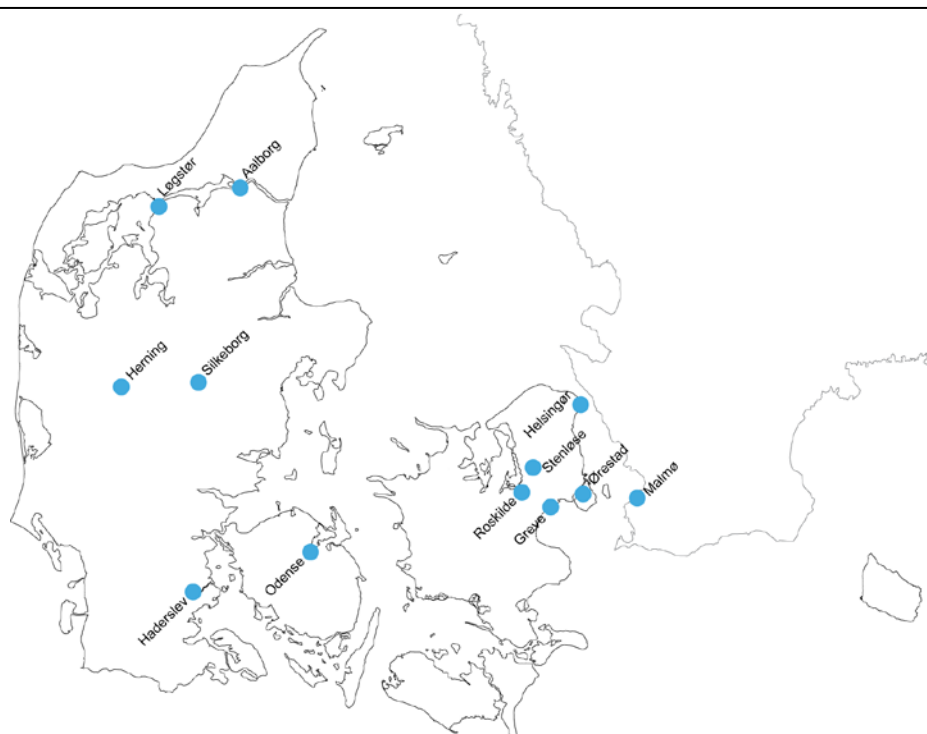
De uhygiejniske forhold, der opstår i kældre og på terræn i forbindelse med overløb i fælleskloakker, er en stor gene og udgør en potentiel sundhedsrisiko for byens borgere. Rengøringen efter en oversvømmelse med opblandet husholdningsspildevand er en manuel opgave der ikke er rar at gennemføre hvad enten den foregår i en privat kælder, på en offentlig parkeringsplads eller langs et vandløb. En begrænsning af risikoen for oversvømmelser eller nødoverløb til vandløb fra fælleskloakker vil forbedre hygiejnen i byen og de bynære vandmiljøer.

Socio-rumlige dynamikker

Byen har en stærk økonomisk og social dynamik, der kan fremme innovative løsninger og være en drivkraft for udvikling af bæredygtig vandressourcehåndtering, nationalt og internationalt. Samtidig er den tætte by i evig transformation med nedrivninger, renoveringer og nybyggeri, der giver gode muligheder for implementering af de til enhver tid bedste teknologier og afprøvning af nye ideer.

2. Eksempler på vand i byen

I dette afsnit gennemgås 12 projekter, der illustrerer hvordan aktuelle udfordringer omkring vand i byer håndteres, eller kan håndteres. De udvalgte projekter repræsenterer dels tiltag hvor den 'fornuftige' omgang med vand er omdrejningspunktet, f.eks. projekter relateret til klimatilpasning, dels tiltag hvor det er glæden ved vand, der er i centrum.



Her ses den geografiske placering af de 12 udvalgte projekter, og det tema, de er fremhævet for.

Projekt	Tema
1 Løgstør Havn	Højvandssikring
2 Aalborg	Separatkloakering
3 Greve	Klimatilpasningsstrategi
4 Stenløse Syd	Ressourceforbrug
5 Haderslev Havn	Havneomdannelse
6 Silkeborg Papirfabrik	Faunapassage
7 Trekroner Øst, Roskilde	Vand som identitetsskaber
8 Vapnagård, Helsingør	Boligsocialt kvarterløft
9 Augustenborg, Malmø	Boligsocialt kvarterløft & landskabsbaseret afvanding
10 Fuglsang Sø, Herning	Vand som landskabsattraktion
11 Ørestad	Vand som strukturelement
12 Skibhuskvarteret, Odense	Samarbejdsplan og landskabsbaseret afvanding

Figur 1. Oversigt over temaer og placering af projekter, der beskrives.

Projekterne beskrives i forhold til følgende fire aspekter: vandets volumen, vandets kvalitet, attraktionsværdi og innovation (se tekstboks for uddybning).

Fokus på fire aspekter

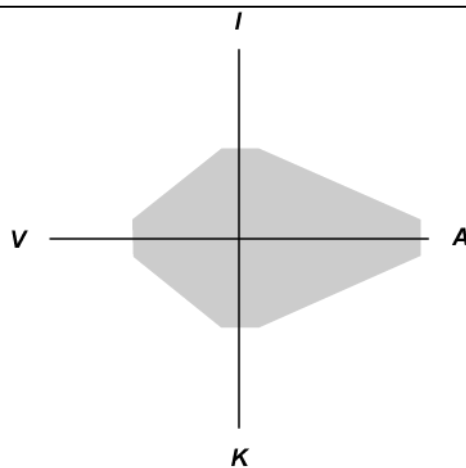
Vandets volumen referer til de kvantitative udfordringer relateret til vand. Det kan være de med klimaændringerne forventede kraftigere nedbørshændelser, som udfordrer kapaciteten i det eksisterende kloaknet og øger risikoen for regnbetingede oversvømmelser i byen, eller klimaændringernes forventede kraftigere storme, der øger risikoen for stormflod i kystnære områder.

Vandets kvalitet relaterer sig såvel til forureningskilder, kvaliteten af spildevand og afstrømet regnvand fra byens belægnings, som til kvalitetskravene og de hertil relaterede renseforanstaltninger i forhold til brug, genbrug, udledning eller nedsivning af byens vand.

Ved vandets **attraktionsværdi** refereres til vandets rumlige, rekreative og sanselige kvaliteter. Åbent vandspejl har æstetiske kvaliteter, men rummer også driftsmæssige udfordringer for at attraktionsværdien kan bibeholdes.

Innovation er nytænkning indenfor teknologi, metode, organisation, lovgivning eller andet. Her ligger der et stort potentiale, som også skal indgå i bæredygtighedsdiskussionen.

Hvert projekt forsynes med et kompas udspændt af 4 aspekter (vandets volumen (V), vandets kvalitet (K), attraktionsværdi (A) og innovation (I)). Kompasset skal give en hurtig pejling af projektets prioriteringer. En figur udspændes mellem punkter på de enkelte akser, og jo længere ude akserne skæres, des større vægtning har temaet haft i projektet. Prioriteringen kan have tre niveauer: lille/fraværende, mellem/tilstedeværende eller markant/styrende. Det understreges, at et projekt, der scorer højt på alle temaer, og danner en stor flade, ikke nødvendigvis er bedre end et projekt med en lille irregulær figur. Score og form afhænger af opgaven og målsætningerne i det specifikke projekt. I denne rapport indgår ikke en evaluering af projekterne, blot en beskrivelse efterfulgt af en diskussion af aktuelle problematikker.



Figur 2. Kompas med angivelse af prioritering i projektet hvad angår vandets volumen (V), vandets kvalitet (K), attraktionsværdi (A) og innovation (I).

1. Løgstør Havn, Løgstør

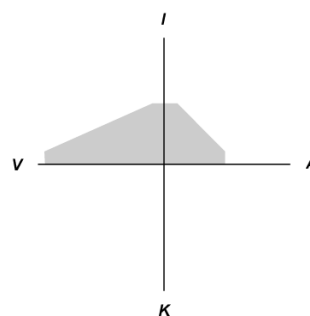
Årstal: 2002 - 2006

Attraktion: Kystsikring og beredskabsplan

Etableringsomkostninger: 30 mio. kr. (højvandssikring og forskønnelse af havneområde)



Foto: Vesthimmerlands Kommune.



Baggrund: Når storme trækker ind over landet presses store mængder vand ind i Limfjorden og vandstanden stiger. Et af de mest udsatte steder for stormflod er Løgstør, der har oplevet flere oversvømmelser gennem tiderne. De mest omfangsrige skader på ejendomme og installationer skete i 1981, hvilket førte til udarbejdelsen af en beredskabsplan, hævede elskabe i udsatte områder og et spildevandssystem, der fungerer stort set uafhængigt af vandstanden i fjorden.

Hovedgreb: Prognoser og varslingsystemer, indsatsgrupper, skodder og sandsække, vejspærringer, radio-meldinger, ekstern assistance og eventuel evakuering er alle elementer i beredskabsplanen, der opererer med tre niveauer afhængig af situationens omfang. Derudover er der etableret højvandssikring i form af mure langs havnen, mens kraftige pumper er installeret til hurtigt at fjerne vand efter oversvømmelser.

Attraktionsværdi: Højvandssikringen er tænkt sammen med en generel forskønnelse af havnen. Der er etableret ny anlægsbro, ny promenade og nyt inventar i relation til kystsikringen. Højden på højvandsmurene er fastsat, så det fortsat er muligt at se havet, når man passerer havnen i bil. Derudover er der påmonteret træplanker på toppen af muren, der indbyder borgere og turister til at sidde og nyde udsigten over havet.

Vandets volumen: Med de seneste fysiske tiltag er Løgstør sikret til en vandstand på omkring 1,8 meter over daglig vande. Det svarer cirka til en 25-års hændelse. Under stormen i januar 2007 stod vandet i 1,9 m over daglig vande, og de forebyggende foranstaltninger i kombination med beredskabsplanen viste sig at fungere efter hensigten.

Vandets kvalitet: Vandets kvalitet vurderes ikke at være et væsentligt parameter i stormflodshåndteringen.

Innovation: Løgstør har en af landets mest gennemførte beredskabsplaner for håndtering af oversvømmelser. Samarbejdet og kommunikationsvejene mellem myndigheder, beredskab og øvrige aktører vurderes at være til stor inspiration for øvrige kommuner i landet.

Diskussion: Havudsigten kan være blevet forringet som konsekvens af de nye højvandsmure. Der er således en afvejning af højvandssikring og den visuelle kontakt til vandet. Nye bygninger i området anbefales en sokkelkote på minimum 1,75 m, hvilket måske kan bidrage til en større tilpasning til byens præmis.

2. Vision 2100, Aalborg

Årstal: 2006 -

Attraktion: Separering af alle fælleskloakker – opland for opland over 100 år

Etableringsomkostninger: 400 mio. kr. (i merudgift ved kloakseparering over 100 år)

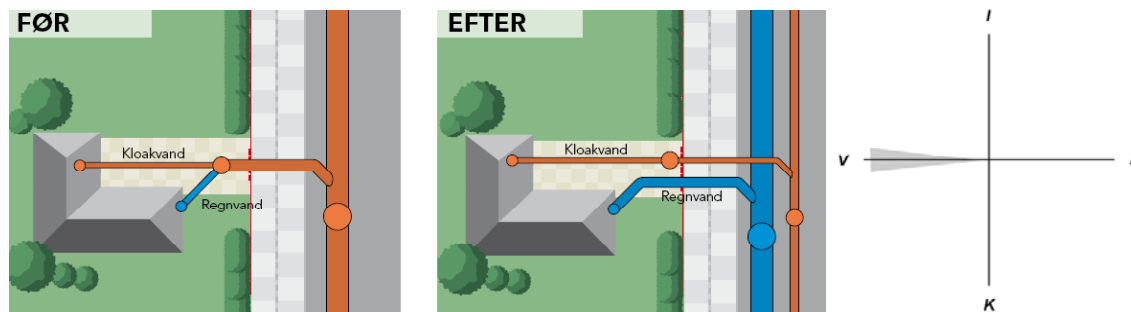


Illustration: Aalborg Kommunes Kloakforsyning. © Søren Svendsen

Baggrund: Cirka 40 % af Aalborg er fælleskloakeret. Det vil sige, at spildevand og regnvand transporteres i et fælles rørsystem, hovedsagelig i og omkring den historiske bymidte. Med afsæt i 125 års erfaring i planlægning og optimering af spildevandssystemer har Aalborg Kommunes Kloakforsyning formuleret en vision for håndteringen af byens regnvand og spildevand i de kommende 100 år.

Hovedgreb: »Separat? Det er klart!«. Således lyder mottoet for Vision 2100. Opland for opland og over en 100-årig periode vil fælleskloakerede områder blive separeret i et system for spildevand, der samles centralt i to rensesanlæg, og et decentralt system for regnvand, der nedsives eller udledes til lokale vandløb efter forsinkelse.

Attraktionsværdi: Visionen skal beskytte borgernes sundhed og miljøet, samt minimere gener, energiforbrug og omkostninger ved spildevandshåndtering. Den tætte by er i evig transformation og separatkloakering vil betyde en merudgift på omkring 400 mio. kr. i løbet af 100 år, hvis separeringen gennemføres i samme arbejds-gang som øvrig renovering og nybyggeri. Derefter forventes de årlige driftsudgifter at være reduceret med 35 mio. kr. som følge af mindre behov for pumpning og rensning af regnvand opblandet med spildevand.

Vandets volumen: Det antages, at der i fremtiden vil være rigelig med vand i Danmark. Derfor vil vand fortsat blive brugt til tøjvask, toiletskyl og transport af affaldsstoffer. Øgede nedbørsmængder forventes håndteret ved krav om at virksomheder og private i stigende grad tilbageholder vand på egen grund (f.eks. den andel, der overstiger 1 L pr. sekund pr. hektar).

Vandets kvalitet: Det antages, at miljøskadelige stoffer vil blive udfaset i løbet af den 100-årige periode, der planlægges for, og afstrømmet regnvand derfor efterhånden kan betragtes som rent. Dog planlægges for specifik rensning af særligt belastede regnvandsudløb, f.eks. fra store veje. Med separering opnås forbedret rensning af spildevandet i rensesanlæggene.

Innovation: Aalborg har udarbejdet et katalog af strategier og aktiviteter, der forventes udmøntet over tid, og evalueret i forhold til allerede opstillede succeskriterier, herunder økonomiske. Strategien afspejler en processuel forståelse af byens dynamiske transformation.

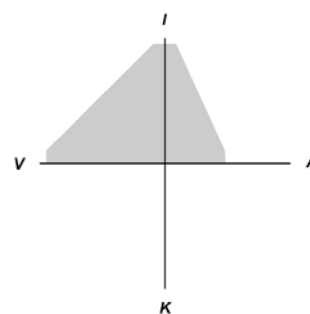
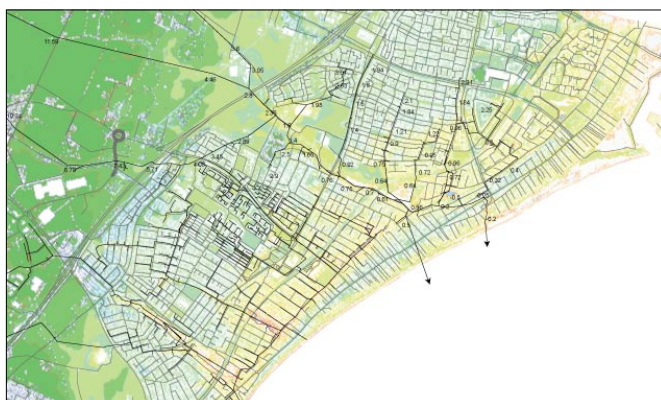
Diskussion: Vision 2100 satser på fuld separering frem for at øge kapaciteten i eksisterende fællessystem. Begrundelsen er dels at overløb fra fælleskloak dermed undgås, dels at separering takket være driftsbesparelser forventes at blive den billigste løsning på sigt. Andre steder forventes den billigste vej til at opnå øget afvandingskapacitet at være optimering af eksisterende fællessystem, suppleret med afkoblinger i takt med at behovet opstår. Med en separeringsstrategi er muligheden for at bruge regnvandet som strategisk ressource for byudvikling ikke udelukket, men kan vælges til på oplagte lokaliteter. Denne mulighed springer til gengæld i øjnene, og er nærmest en forudsætning for succes, hvis der sættes på afkoblinger ved integration af regnvandet i byens landskab. Nødvendigheden af et velfungerende tværprofessionelt samarbejde er parallelt hermed stærkere ved afkoblingsløsninger end ved en separeringsløsning, der principielt kan gennemføres isoleret af forsyningsvirksomheden.

Klimastrategi, Greve

Årstal: 2005 -

Attraktion: Klar strategi for klimatilpasning

Etableringsomkostninger: ca. 2 mio. kr. (integreret hydraulisk model)



Modificeret skærbillede af hydraulisk model med udvalgte lednings- og koteforhold. Udarbejdet på baggrund af illustration fra Greve Kommune.

Baggrund: Med sin lave og kystnære beliggenhed udgør de tætte byområder i Greve en flaskehals i forhold til afledning af regnvand fra de bagvedliggende oplande. Under kraftig regn kan vandet i åerne ikke passere byen i tilstrækkeligt omfang, hvilket i ekstreme tilfælde leder til oversvømmelser. De fyldte åer gør det samtidig vanskeligt at komme af med byens regnvand, hvilket borgerne senest har oplevet under de massive regnskyl i 2002, 2006 og 2007. Greve Byråd har besluttet at kommunen skal være klimatilpasset i 2015 og har afsat ca. 200 mio. kr. til formålet.

Hovedgreb: I Greve satser man på at forstå det samlede hydrologiske system. Med en computerbaseret vand-model, der inkluderer terræn, vandløb, kloakker, grundvand og havniveau vises og analyseres konsekvenserne af forskellige vejsituationer, ligesom særligt udsatte områder identificeres. Samtidig skaber modellen et grundlag for prioritering af de nødvendige anlægsinvesteringer, herunder evt. tiltag i bagvedliggende oplande og forbedrelse af arealer til kontrollerede oversvømmelser. Udover den fysiske tilpasning af kommunen til voldsomme regn udvikler Greve en akut varslings- og beredskabsplan for samtlige byområder.

Attraktionsværdi: Vandmodellen skal minimere risiko for og konsekvenser af oversvømmelser, og dermed bidrage til at Greve fortsat er en attraktiv bosætningskommune. I flere af de allerede gennemførte fysiske tiltag forsøges det omkringliggende landskab integreret, med øget attraktionsværdi for øje. Det gælder den landskabelige udvidelse af Olsbækken, samt kommunens nye bydel, Langagergaard, der opføres i et konstrueret landskab af plateauer adskilt af afvandingsområder.

Vandets volumen: En væsentlig del af udfordringen i Greve ligger i at få vandet fra vandløbene ud i Køge Bugt på en kontrolleret måde. Under kraftig regn skal vandløbene både afvande baglandet og kunne tage imod regnafstrømningen fra byen. Under ekstremregn skal oversvømmelserne styres derhen hvor de gør mindst skade.

Vandets kvalitet: Modellen kan udbygges til at simulere udledning af forurenede stoffer til vandmiljøet. På nuværende tidspunkt har det en beskeden prioritet i Greve, men forventes at blive udbygget på sigt.

Innovation: Med den progressive tilgang til brug af hydrologiske modeller er Greve blevet et laboratorium for hele Danmark, og en kilde til inspiration for andre der arbejder med håndtering af regn. Inddragelse af vandløbsdynamikken i beregningsmodeller for kloaksystemer er nyt og udfordrer praksis i Danmark. Greve Kommune samarbejder med landets førende eksperter og indgår i danske forskningsprojekter på området. Greves analyser er baseret på dansk know-how med stort eksportpotentiale. De praktiske erfaringer herfra vurderes at have international betydning. Den klare udmelding fra Greve Byråd omkring klimatilpasning er en vigtig forudsætning for hele dette arbejde.

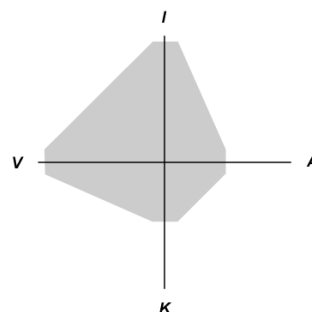
Diskussion: I Danmark dimensioneres regnvandssystemer typisk til at der må forventes oversvømmelser en gang hvert 5. år. Men der er ingen kontrol med, hvor vandet løber hen og hvilke skader oversvømmelserne medfører når dimensioneringskriteriet overskrides. Med en integreret computermodel kan de fysiske tiltag simuleres og målrettes, så risikoen for at der hverken over- eller underinvesteres i kloaksystemet minimeres. Kobling af hydrologiske modeller til byens grønne struktur og funktion vil være en værdifuld videreudvikling.

4. Stenløse Syd, Stenløse

Årstal: 2003 -

Attraktion: Genanvendelse af regnvand til toiletskyl

Etableringsomkostninger: 40.000 kr. (regnvandsanlæg pr. husstand)



Baggrund: Stenløse i Egedal Kommune er beliggende inde i landet og er afhængig af Værebros Å til at transportere regnvand og rensed spildevand til Roskilde Fjord. Åen er stærkt belastet af vand fra kloakker og rensesanlæg både fra Egedal og de øvrige kommuner opstrøms, hvilket bl.a. har ført til oversvømmelser af landbrugsjord. Grundvand kan vise sig som en begrænset ressource – især hvis Storkøbenhavn kommer i bekneb med at sikre vandforsyningen. Med etableringen af den nye bydel Stenløse Syd, der forventes at rumme 750 boliger, stilles særlige krav til vandforbrug og vandaflledning. Det er kommunens ambition at tilgodese behovet for byvækst samtidig med at den deraf følgende miljøbelastning minimeres.

Hovedgreb: I Stenløse Syd er vandforsyning og vandaflledning tænkt sammen, så behovet for grundvand reduceres og afstrømningen til Værebros Å minimeres. Én løsning til to problemer. Vand fra tage opsamles i tanke og genbruges til toiletskyl samt evt. tøjvask. Overskydende regnvand nedsives på egen grund og bidrager til grundvandsdannelsen. Op mod 70 % af regnvandet i Stenløse Syd håndteres på privat grund. De resterende 30 %, som er regnvand fra veje og parkeringsarealer, ledes via olieudskiller til åbne og underjordiske regnvandsbassiner, hvorfra det langsomt strømmer til Værebros Å

Attraktionsværdi: Ifølge kommunens beregninger reducerer opsamling af regnvand til toiletskyl forbruget af drikkevand med cirka 1/3. Anlægsomkostningerne er højere end normalt, men forventes at blive tjent ind via besparelser på vandregningen over en periode på 15 - 20 år. Udnyttes regnvandsressourcen også til tøjvask kan forbruget af vandværksvand reduceres yderligere med deraf følgende reduktion i tilbagebetalingstiden.

Vandets volumen: Udbygningen af Stenløse Syd på tidligere landbrugsjord vil mangedoble udledningen af vand fra området til Værebros Å. Dette skyldes især vandforbruget i de 750 boliger, hvor vand fra bad og toilet ledes til åen efter rensning på byens rensesanlæg. Såfremt initiativerne i Stenløse Syd ikke var implementeret ville den samlede belastning af åen være betydelig højere.

Vandets kvalitet: Brug af det bløde regnvand forventes at kunne halvere behovet for vaskemidler, hvilket betyder bedre kvalitet af det rensede vand, og dermed mindre miljøbelastning af åen og fjorden. Omlægningen fra landbrugsjord til byformål forventes at halvere kvælstofudledningen til Værebros Å, mens udledningen af fosfor og organisk materiale vil blive forøget med en faktor 3.

Innovation: I Stenløse Syd formuleres et højt ambitionsniveau. Egedal Kommune søger på planlægningstidspunktet at gøre tingene bedre end loven foreskriver. I kølvandet på Stenløse Syds fokus på regnvand som supplerende vandressource er lovgrundlaget for lokalplaner nu ændret, så alle kommuner i dag kan stille krav om, at boliger forberedes til regnvandsopsamling.

Diskussion: Kommunen har oplevet en vis træghed fra vandforsyningernes side, der holder fast i synspunktet om, at der kun bør være én kvalitet af forsyningsvand i boligen af hensyn til risikoen for fejlkobling. Byggebranchen har en vis teknisk og økonomisk interesse i at fortsætte med de velkendte løsninger, men visse dele af branchen er ved at rykke på sig og kan se et udviklingspotentiale i de nye markeder for bl.a. opsamling og lokal håndtering af regnvand.

5. Haderslev Havn, Haderslev

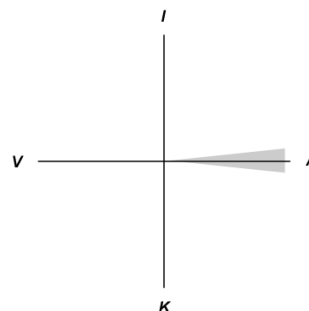
Årstal: 2001 -

Attraktion: Helhedsorienteret havneomdannelse

Etableringsomkostninger: 5 mio. kr. (visionsoplæg og konkurrence)



Foto: Anders Sanderbo, Haderslev Kommune.



Baggrund: Væsentlige ændringer i bl.a. transportsektoren har betydet færre, men større erhvervshavne i Danmark. En af de havne, der gradvist har udtjent sin status som erhvervshavn og som gennem en periode har ligget hen som lager- og oplagsplads ligger i Haderslev. Kommunen stod overfor en udfordring med at integrere havnearealerne i den eksisterende bystruktur under hensyntagen til kulturarv, miljøforhold, tiltrækning af ressourcestærke personer og virksomheder, og sikring af havnen som et kollektivt rum for alle byens borgere. Som ejer af 80 % af arealerne initierede kommunen et visionsoplæg med efterfølgende konkurrence og masterplan, der nu effektueres i kommuneplantillæg og lokalplaner.

Hovedgreb: En samlet plan sætter rammerne for udviklingen af de tidligere havnearealer fra Ridehuset tættest på middelalderbyen til den nyetablerede Fjordby, der afslutter byen mod øst. Historiske siloer og jernbanespor bevares i sameksistens med eksklusive nybyggerier som ejerboliger og liberale erhverv, mens lystbåde, kulturinstitutioner, almene boliger, en bynær strand og en sammenhængende havnepromenade understreger områdets sociale program.

Attraktionsværdi: Fjorden og havnerummet er den centrale attraktion. Det ses mest tydeligt i salgsmaterialet for de eksklusive ejendomme, hvor stort set alle illustrationer har vandet i forgrunden.

Vandets volumen: Nybyggeri er sikret mod havvandsstigninger i henhold til Kystdirektoratets anvisninger med en mindste gulvkote på 2,2 meter.

Vandets kvalitet: Vandet i den bynære del af Haderslev Fjord har endnu ikke badevandskvalitet. Kommunen overvejer derfor at etablere et lukket bassin i fjorden i tilknytning til den allerede etablerede sandstrand.

Innovation: Der er nedsat en politisk styregruppe for at sikre effektiv planlægning og gennemførelse af opgaven på tværs af forvaltningernes traditionelle ressortområder. Både på politisk og administrativt niveau har udvikling, kultur, plan, teknik- og miljø været involveret i processen fra visionsoplæg til den endelige ibrugtagning.

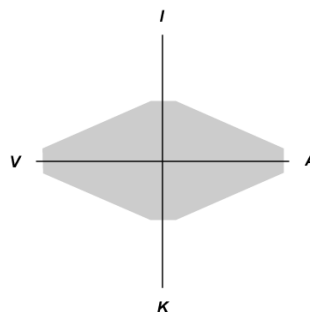
Diskussion: Det var oprindelig tanken, at grundsalg skulle finansiere de offentlige investeringer, så omdannelsen var udgiftsneutral for kommunen. Men svingende konjunkturer og tværsektoriel planlægning har udfordret finansieringsstrukturen. Det stiller spørgsmålstegn ved det gunstige i at holde grundsalg og udviklingsprojekter i lukkede systemer, frem for at inkludere indtægter og udgifter i det samlede kommunale budget.

6. Silkeborg Papirfabrik, Silkeborg

Årstal: 2000 - 2007

Attraktion: Danmarks største faunapassage i centrum af en by

Etableringsomkostning: 14 mio. kr. (faunapassage og vestlig promenade)



Baggrund: Gudenåen har leveret vandkraft som ressource og været en præmis for Silkeborgs industrielle vækst i midten af 1800-tallet. Da Silkeborg Papirfabrik lukkede i år 2000 stod byen med et nedslidt industriområde tæt på centrum. 7 år senere modtog Silkeborg Papirfabrik Byplanprisen 2007 på grund af den effektive partnerskabsorganisering, respekten for områdets kulturhistoriske værdi, og hurtigheden hvormed den mellemliggende byomdannelsesproces var blevet gennemført. God timing og godt samarbejde mellem kommune, amt og ejendomsudviklingsselskab førte til, at der som led i byomdannelsen blev etableret Danmarks største faunapassage foran Papirfabrikken. Stryget, som det hedder, fungerer som attraktion og mødested for mange forskellige aktiviteter.

Hovedgreb: Vandspejlet i Gudenåen falder 2 meter lige ved Papirfabrikken. For at sikre at karpefisk og fredfisk kan forcere det store spring, er der etableret en bugtende strømmende, hvor vandhastigheden er reduceret. Fald, retningskift og strømhvirvler får passagen til at fremstå som en brusende elv. Kajakroer passerer i kanalen mod vest, ænder finder helle på store natursten, og borgere går tur langs promenaderne, nyder udsigten fra deres balkoner i første parket eller slapper af på trappen foran det nye musik- og teaterhus.

Attraktionsværdi: Lyden af vandets brusen, duften af ferskvand og synet af fiskenes vandring op i åen. Man kan mærke vandet, når man opholder sig ved Papirfabrikken. Samtidig promoveres forskellige rum langs Gudenåen – fra havnebassinets store flade i syd, over Strygets dynamik til de intime cafémiljøer langs den roligt strømmende å i nord.

Vandets volumen: For at sikre sejlads med turbåde og for at undgå oversvømmelse af ejendomme opstrøms skal vandstanden holdes konstant indenfor et interval på 10 cm. Dette er sikret med etablering af automatiske stemmeporte med tilhørende styring efter nyeste teknologiske formåen.

Vandets kvalitet: Gudenåen har været opstemmet ved Silkeborg siden 1500-tallet. Formålet med Stryget er at genetablere muligheden for uhindret passage op i åen og således i væsentlig grad forbedre betingelserne for dyrelivet.

Innovation: Rollefordelingen mellem amtets vandmiljøinteresser, kommunens socio-kulturelle hensyn og udviklingsselskabets økonomiske interesser har skabt rammen for et dialogbaseret møde mellem forskellige eksperter og motiver. Samtidig har en enkel ejerstruktur og handlekraftige parter fremskyndet processen.

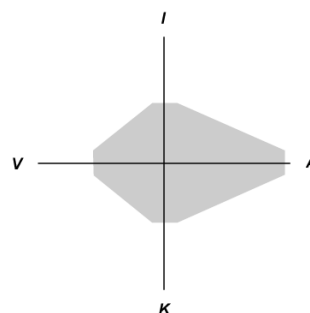
Diskussion: Vandets brusen er overvældende – og døgnet rundt. Det har ført til støjgener blandt visse af beboerne langs Stryget. Det vurderes, at de kulturhistoriske hensyn ved omdannelsen af Silkeborg Papirfabrik som helhed har betydet en mersalgspris for nybyggeri på ca. 290 mio. kr. og en værdistigning i de omkringliggende områder på ca. 180 mio. kr. (Plan09, 2008). Dialogen og timingen har været væsentlig for den opnåede synergi mellem forskellige interesser i Silkeborg. Det kan lægge op til en overvejelse om hvorvidt en ændret lovgivning generelt kan fremme en sådan netværksstruktur.

7. Trekroner Øst, Roskilde

Årstal: 2001 -

Attraktion: Regnvand som identitetsskaber i ny udstykning

Etableringsomkostninger: Uoplyst



Baggrund: En væsentlig del af Roskildes vækst sker i bydelen Trekroner. Søer, våde enge og den centralt beliggende Himmelev Bæk udgør de bærende landskabselementer i området, og det er ambitionen, at bæredygtighed skal indgå som parameter i udbygningen af bydelen. Inden for 10 år forventes Trekroner Øst at blive transformeret fra bar mark til et varieret boligområde med 1000 husstande. De grundlæggende landskabstræk skal bevares og styrkes, hvilket giver den blå struktur en central betydning.

Hovedgreb: Mod øst skal regnvand så vidt muligt håndteres på terræn via åbne render og bassiner så der dannes en sammenhængende blå struktur. Dette skal samtidig forbedre vandudskiftningen og vandkvaliteten i de østlige søer. Mod nord og vest er der i højere grad mulighed for lokal nedsivning af regnvand og i visse tilfælde underjordisk rørledning. Nedenfor fokuseres på den østlige udstykning.

Attraktionsværdi: For at skabe et attraktivt boligområde søges vandet eksponeret i bybilledet. Slyngede grøfter vil efterhånden danne frodige akvatiske biotoper, mens regnvandsbassiner vil få karakter af små skovsøer, der udgør intime rum mellem boligbebyggelserne.

Vandets volumen: Regnvand samles fra tage, flisebelægninger og boligveje og ledes via rendesten og grøfter til bassiner. Sivedræn leder vandet til vådområdet Langebjerg Lillesø, hvorfra der er forbindelse til det øvrige vandløbssystem.

Vandets kvalitet: Langebjerg Lillesø fungerer som recipient for afstrømmet regnvand og er beskyttet efter naturbeskyttelseslovens §3. For at sikre en hensigtsmæssig vandkvalitet filtreres regnvandet gennem jorden inden det ledes til søen.

Innovation: Lokalplanen stiller krav om etablering af grundejerforening og regnvandslaug med ansvaret for driften og vedligeholdelsen af afvandingssystemet. Samtidig skal regnvandslauget sikre, at beboerne har kendskab til den blå struktur og får en forståelse for vandets betydning for bymiljøet.

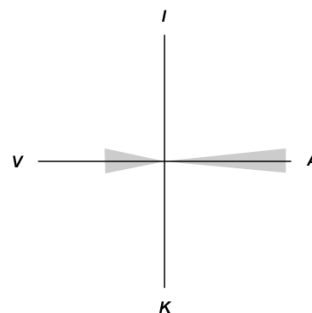
Diskussion: Anlægsomkostningen ved landskabsbaseret afvanding er en anelse mindre end konventionel separat-kloakering, mens driftsomkostninger forbundet med åbne systemer er større og generelt mere arealkrævende. Det bør fremgå af planlægnings- og beslutningsgrundlaget. I Trekroner Øst er disse forhold adresseret ved dels at integrere renderne i arealudlæggene til veje, stier og grønne kiler, dels ved at fastsætte krav om private regnvandsanlæg. De samlede omkostninger over 70 år vurderes at være lidt mindre end ved separat-kloakering. Grøfterne er relativt dybe, med en markant trapezformet fordybning, der står i kontrast til det øvrige regnvandssystems organiske form. Sikkerhed og måske overdimensionering af det hydrauliske system har kompromitteret det æstetiske udtryk. Måske vil det udjævnes over tid efterhånden som vegetation og erosion sætter sit præg på renderne. De dybe render gør det sværere og farligere at passere grøfterne på tværs, og får en barriereeffekt mellem bebyggelserne, der ikke var tiltænkt i det oprindelige projekt. Såvel nytænkningen som de høstede erfaringer i Roskilde bør deles med resten af landet.

8. Vapnagård, Helsingør

Årstal: 1993 - 1998

Attraktion: Vand som parameter i et boligsocialt kvarterløft

Etableringsomkostninger: 1 mio. kr. (forskönnelse af regnvandsbassin)



Baggrund: Vapnagård er Helsingørs største almene boligbebyggelse med cirka 4000 beboere fordelt på 57 blokke i 3 - 4 etager. Bebyggelsen stammer fra begyndelsen af 1970'erne, men blev gennemgribende renoveret 1990'erne. Indsatsen skulle give området et æstetisk løft og skabe fællesskabsfølelse. Et på daværende tidspunkt allerede eksisterende men helt tilgroet regnvandsbassin kom til at spille en central rolle i det samlede kvarterløft.

Hovedgreb: Søen er beliggende centralt i bebyggelsen. Mod syd danner søen en sammenhængende vandflade rammet ind af boligblokke, mens en træbeplantet fugleø opdeler den nordlige del af søen i mere intime rum. En gangbro over søen kombineret med springvand, stier, bænke og udsigtsplateauer øger attraktionen, tilgængeligheden og koblingen til den eksisterende bebyggelse.

Attraktionsværdi: Børnehavebørn fodrer ænder, teenagere hænger ud på broen, mens pensionister betragter solstrålernes refleksion i vandoverfladen. Søen udgør et mødested for bebyggelsens beboere på tværs af alder, etnicitet og social baggrund.

Vandets volumen: Med et magasinvolumen på omkring 2000 m³ fungerer søen som en buffer, der opsamler regnvand fra tage og parkeringspladser i området. Vandet ledes videre til det offentlige afløbssystem gennem et lille rør, der sikrer udløb i en kontrolleret hastighed og mængde. Takket være søen udgør det 34 ha store boligområde ikke en væsentlig belastning for afløbssystemet og er derfor i udgangspunktet ikke en kilde til regnbetingede oversvømmelser i lavere liggende områder af Helsingør.

Vandets kvalitet: Der er ingen rensning ud over den bundfældning og biologiske omsætning, der må finde sted i søen. Forud for renoveringen blev der målt høje værdier af cadmium i regnvandet. Som en del af renoveringen blev zink-tagrender udskiftet med tagrender i galvaniseret stål. Der er uvist, om dette har reduceret cadmiumindholdet.

Innovation: Oprensning af søen, etablering af gangbro og øvrige tiltag omkring søen blev gennemført som et kommunalt aktiveringsprojekt. Ud over at reducere anlægsomkostningerne kan det have fremmet den lokale forankring og beboernes stolthed ved det etablerede anlæg.

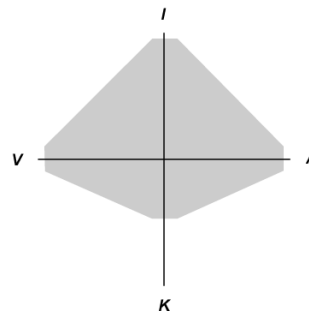
Diskussion: På grund af søens tekniske funktion som forsinkelsesbassin er der sat sikkerhedsmæssige begrænsninger for søens brug. Derfor er søen indhegnet og kan aflåses i perioder, når det findes nødvendigt. Som eksempel er det ikke tilladt at bruge søen som skøjtebane i vinterperioden. Vurderingen er lokal og ikke baseret på lovgivning eller generelle vejledninger. Beplantningen er holdt åben, så der er udsigt fra lejlighederne til søen. Det er værd at bemærke, at omkostningerne til revitalisering af søen kun beløber sig til 2 promille af den samlede renoveringsomkostning på Vapnagård, der var i størrelsesordenen en halv milliard kroner. Kan koblingen mellem regnvandshåndtering og kvarterløft udnyttes mere systematisk i Danmark?

9. Augustenborg, Malmø

Årstal: 1998 -

Attraktion: Vand som attraktion i boligsocialt kvarterløft

Etableringsomkostninger: Ca. 2 mio. kr. (render, kanaler og bassiner)



Baggrund: Omkring år 1950 blev bebyggelsen Augustenborg i Malmø etableret med ønsket om mere lys og luft til alle. I 1960'erne og 1970'erne fik bebyggelsen konkurrence fra nye parcelhusområder, flere af de resourcestærke beboere flyttede ud, lejligheder begyndte at stå tomme, og bebyggelsen blev i stigende omfang brugt som boligtilbud for kommunens sociale klienter. Bydelen blev »glemt«, mens de sociale problemer voksede. Augustenborg begyndte parallelt at opleve problemer med oversvømmelser som følge af kapacitetsproblemer i fælleskloakken. I begyndelsen af 1990'erne blev en social og fysisk revitalisering af området initieret.

Hovedgreb: Regnvand samles i åbne render, kanaler og damme, der i materialevalg og karakter understøtter bebyggelsens arkitektur. Målet er, at 20 % af området skal være dækket af vegetation eller åbne vandflader, mens antallet af hjemhørende arter af planter og dyr skal forøges med 50 %. Tiltagende må ikke føre til huslejestigninger, der potentielt kan ekskludere nuværende beboere.

Attraktionsværdi: Vandets spejler bebyggelsen og øger de rumlige kvaliteter. Damme og søer skaber lokale mødesteder, og kanalerne styrker forbindelsen mellem de enkelte stokbebyggelser. Vandet giver mulighed for interaktiv leg for byens børn. Tidligere industribygninger er dækket med grønne tage, så sort tagpap er afløst af vegetation i grønne, røde og gule nuancer.

Vandets volumen: Augustenborg søger at håndtere 70 % af regnvandet indenfor bebyggelsens område, mens 30 % ledes væk via en ny regnvandsledning. Grønne tage tilbageholder og forsinker vandet under normale omstændigheder, mens bassiner og trug bidrager til at håndtere større regnmængder. En amfi-scene i den lokale skolegård har en dobbelt funktion som regnvandsbassin og nedsivningsanlæg i tilfælde af kraftig nedbør.

Vandets kvalitet: Sammenlignet med tegltage kan grønne tage øge indholdet af tungmetaller og fosfor i afstrømmet regnvand. Der er tale om relativt små koncentrationer, men det stiller øgede krav til konstruktion og drift af grønne tage i et miljømæssigt perspektiv.

Innovation: Den sociale dimension kommer til udtryk i den lokale forankring af projektet. Lokale borgere har bidraget til design og produktudvikling af det åbne regnvandssystem. Skolelærere bruger bydelen som et levende laboratorium i miljø- og bæredygtighedsundervisningen. Et videncenter for grønne tage og økologisk byggeri er placeret i området. Alle tiltag bidrager til at vende den tidligere negative sociale udvikling.

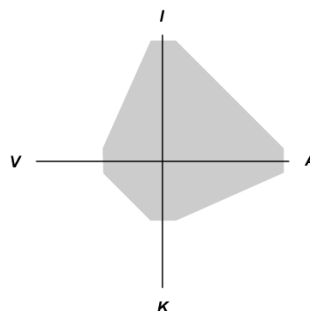
Diskussion: Kanalerne akkumulerer en del affald og jord fra afstrømningen. Det medfører et lidt tarveligt udtryk, hvis det får lov at ligge. Driftsomkostningerne er derfor højere end ved lukkede systemer. Den kontinuerede driftsopgave har en høj prioritet for at områdets attraktionsværdi kan bibeholdes, så der ud fra en helhedsbetragtning er flere fyldte lejemål, færre arbejdsløse og flere potentielle skatteborgere i området.

10. Fuglsang Sø, Herning

Årstal: 2002 -

Attraktion: 28 ha kunstig sø som katalysator for ny byudvikling

Etableringsomkostninger: 36 mio. kr. (sø og bearbejdning af landskab)



Baggrund: Herning ligger midt på heden med lang afstand til strand og hav. I forbindelse med etablering af motorvejen omkring Herning blev der udgravet sand i den nordlige udkant af byen. Visionære kræfter så heri muligheden for at danne et nyt byudviklingsområde, der i stor skala kombinerede attraktive boliger med et nyt rekreativt landskabsrum. Den kunstigt skabte Fuglsang Sø har bragt stranden til den jyske hede.

Hovedgreb: Et tæt bybånd danner en markant profil langs den vestlige bred af Fuglsang Sø, mens strande, bakker, våde enge og den genslyngede Herningsholm Å danner meget varierede landskabstyper mod øst og syd. Stier forbinder boligområdet og de rekreative landskaber med den eksisterende by.

Attraktionsværdi: At bo med udsigt over en større sø, gå tur langs stranden eller mærke vindens susen på toppen af en bakketop har ikke tidligere været muligt i Herning. Men nu har byen med søen som det centrale omdrejningspunkt fået et nyt katalog af rekreative tilbud. I det nye byområde kombineres stor tæthed med nærhed til et oplevelsesrigt landskab, og alle boliger er i henhold til lokalplanen sikret udsigt til søen.

Vandets volumen: Området har et 3-strengt kloaksystem, så spildevand, tagvand og øvrigt overfladevand håndteres i 3 selvstændige systemer. Spildevand ryger i kloakken, tagvand ledes direkte til en nærliggende bæk, mens øvrigt overfladevand ledes via olieudskillere til bækken. Der er i planlægningen sikret magasinvolumen på engarealer så opstuvning i vandløb ikke medfører utilsigtede oversvømmelser i området. Vandstanden i Herningsholm Å kan stige med 50 - 75 cm over det historiske maksimum før der bliver behov for yderligere tiltag.

Vandets kvalitet: Vandet i Fuglsang Sø er grundvand og har badevandskvalitet. Det Blå Flag vejrer over stranden og vandkvaliteten monitoreres kontinuerligt. Tilløb af overfladevand til søen er begrænset til driftsopgaver langs søbredden og er underlagt restriktioner.

Innovation: Søen udspringer af en løs idé blandt kollegaer i kommunen. Idag er den kerne i en af de største byudviklingsprojekter i byens historie. Fuglsang Sø er ligeledes et eksempel på vandets mulige integration med oplevelsesøkonomiens potentialer.

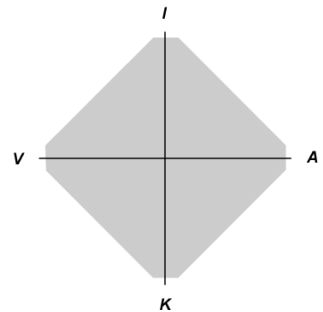
Diskussion: De nybyggede lejligheder langs Fuglsang Sø vurderes at have en merpris på op til 80 %, mens værdien af de omkringliggende boligområder vurderes at være steget med ca. 10 % som følge af søens etablering (Plan09, 2008). Det svarer til en værditilvækst, der er 15 - 20 gange større end anlægsomkostningerne for etableringen af det nye landskabsrum. Herning Kommune overvejer i øjeblikket muligheden for at etablere en endnu større sø nord for Fuglsang Sø, der skal være base for byens rostadion og kernen i et fremtidigt byudviklingsprojekt. Processen bag Fuglsang Sø viser styrken af lokale netværk: parathed til at gribe den gode idé og kort vej til beslutning om realisering. Fuglsang Sø processen lægger op til en overvejelse om hvordan de lokale netværk, der synes at være forudsætningen, kan styrkes på nationalt plan, evt. via en udvidet definition på VVM-begrebet.

11. Ørestad, København

Årstal: 1995 -

Attraktion: 10 km kanalsystem i Danmarks største by-satsning

Etableringsomkostning: Uoplyst



Baggrund: København ønsker at positionere sig i den internationale konkurrence blandt storbyer. Ørestad er tiltænkt rollen som lokomotiv for denne udvikling. På baggrund af en arkitektkonkurrence i 1994 satte det finske arkitektteam ARKKI rammerne for en ny by planlagt til at huse 20.000 beboere og 80.000 arbejdspladser indenfor de kommende 20 år.

Hovedgreb: I Ørestad indgår kanaler og søer som et centralt strukturgivende element for den nye by. En karakteristisk bugtende kanal sammenbinder Ørestad Nord og Amager Fælled, mens en lineær hovedkanal forbinder Grønjordssøen og Vestamagersøen i en nord-sydgående akse.

Attraktionsværdi: Kanalernes retning og kanter bidrager til at definere de forskellige bymiljøer i Ørestad. Fra de bløde beplantede skrånninger i Amager Fælled til de skarpe granitkanter i Ørestad City. Vandets refleksion, broernes tilstedeværelse og den centrale kaskade ved Ørestad Station er med til at give området karakter. Det er således oftest højbanen over kanalerne eller den svungne kanal langs Arne Jacobsens Allé, der bruges, når Ørestad skal fanges i ét billede.

Vandets volumen: Kanalerne indgår som recipient for afstrømmet regnvand fra området. Herved udlignes belastningen af Vestamagers historiske drænsystemer, trods den massive urbanisering, der finder sted med udbygningen af området.

Vandets kvalitet: Det er en målsætning at kunne se bunden i kanalerne og der er derfor ønske om ca. 1 meters sigtddybde. For at sikre vandkvaliteten forsynes kanalerne med relativt rent vand fra tagene. Derudover eksperimenteres med rensning af vand fra øvrige overflader, primært veje og P-arealer, så også dette vand kan bidrage til kanalernes vandforsyning.

Innovation: By & Havn, Københavns Energi og Københavns Kommune samarbejder med bl.a. Københavns Universitet om at udvikle en ny teknologi, der kan fjerne suspenderet stof, tungmetaller og miljøfremmede stoffer i afstrømningen fra veje. Teknikken betegnes Dobbeltporøs Filtrering (Jensen, 2009).

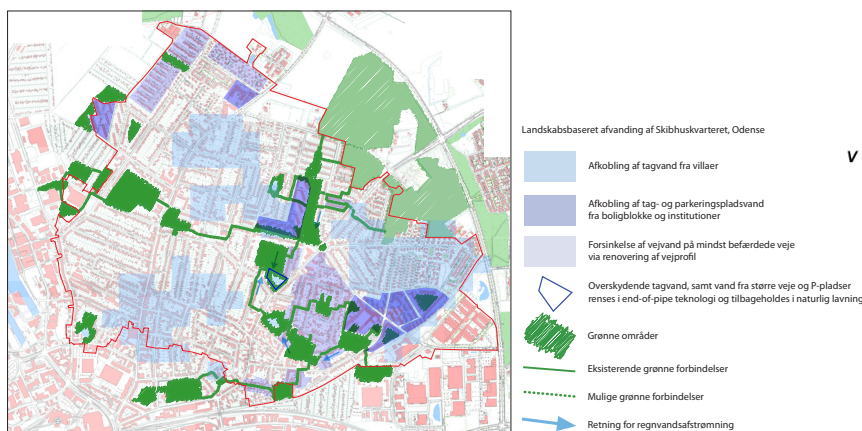
Diskussion: Kanalerne er strukturerende og sammenbindende på langs, men kan samtidig være en barriere på tværs. Vandets æstetiske funktion skal afvejes mod dets rekreative potentialer. Det er ikke tilladt at bade i kanalerne, mens det nu er blevet muligt at sejle kajak i visse dele af kanalsystemet. Det er også en overvejelse værd om vandets æstetiske værdi risikerer at udhules og få karakter af modedille på boligmarkedet, hvis alle nybyggerier slås op på 'udsigt til vand'.

12. Skibhuskvarteret, Odense

Årstal: 2007 - 2008

Attraktion: Landskabsbaseret afvanding i eksisterende bydel

Etableringsomkostninger: Ikke realiseret



Grafik: Erik Lynge.

Baggrund: Vejene i Skibhuskvarteret i Odense oversvømmes fra tid til anden og villaerne i området har flere gange haft kloakvand i kældrene. Kloaksystemet er generelt underdimensioneret og Odense Vandselskab planlægger at øge kapaciteten. De påtænkte investeringer i konventionelle kloak- og bassinbaserede løsninger forventes at være i størrelsesordenen 75 - 150 mio. kr. Som en del af et nationalt forsknings- og udviklingsprojekt (www.2BG.dk) blev muligheden for at afkoble dele af de befæstede arealer (tage, veje og pladser) fra kloaksystemet undersøgt som et alternativ til konventionelle løsninger.

Hovedgreb: I stedet for en konventionel central løsning foreslås en kombination af lokale løsninger tilpasset de stedspecifikke forhold. Udvalgte tage, pladser og veje afkobles fra kloaksystemet, og regnvandet afledes i stedet via nedsivning ved hjælp af faskiner, regnbæde, grøfter og trug, og ved midlertidig tilbageholdelse ved hjælp af terrænbearbejdnings og udnyttelse af eksisterende søer og lavninger i byens landskab. Højtliggende grundvand, tung lerjord og forekomst af forurening sætter begrænsningerne, mens restarealer, veje med lille trafikbelastning i forhold til vejbredden, grønne områder langs boligblokke m.v. favner mulighederne.

Attraktionsværdi: Der præsenteres en løsning, der skaber synergi mellem afvandingsopgaven og øvrige planlægningsmæssige udfordringer. Skibhuskvarteret er relativt underforsynet med grønne områder og der er mangel på sammenhængende grønne forløb. Der er ingen grøn forbindelse til den nærliggende Skibhuskov, og området vender ryggen til en lille eksisterende sø. Synlige grøfter, magasiner og nedsivningsområder foreslås derfor indpasset hvor de samtidig kan bidrage til en styrkelse af den grønne struktur.

Vandets volumen: En computersimulering af det hydrauliske system fastslår, at ca. 45 % af de befæstede arealer skal afkobles for at opnå samme sikkerhed mod oversvømmelser som den påtænkte konventionelle løsning. Ved hjælp af en grundvandsmodel identificeres områder med gennemsnitlige afstand til øverste grundvandsspejl på over 2 m, hvilket vurderes hensigtsmæssigt for nedsivning. Disse udgør ca. halvdelen af det samlede areal. Ved fuld afkobling af tage og befæstede arealer inden for disse områder, kombineret med forsinkelse af regnvandsafstrømningen i områder, der samtidig begrønnes, vil et landskabsbaseret afvandsalternativ kunne gennemføres.

Vandets kvalitet: Regnvand, der strømmer af fra større veje, foreslås rensat inden det ledes til eksisterende sø i området. Al nedsivning anbefales at foregå gennem en »filtermuld«, dvs. en muldjord optimeret til fangst af forurening.

Innovation: Afkobling af tage, veje og pladser som alternativ til konventionel udbygning af kloaksystemet i eksisterende bydele er endnu ikke set i Danmark. Forskningsprojektet belyser de tekniske vilkår for afkobling, samt vilkårene for det nødvendige samarbejde omkring afløb, miljø, parkforvaltning og byplanlægning. Foranlediget af projektet viderefører Odense Kommune i samarbejde med Odense Vandselskab den tværfaglige projektorganisation.

Diskussion: Beslutningsgrundlaget for landskabsbaseret afvanding skal forbedres. Konventionelle kloakbaserede løsninger har op til 150 års erfaringsgrundlag og dermed stor faglig og økonomisk sikkerhed. Afledning af regnvand ved brug af byens landskab rummer store potentialer, men har et spinkelt erfaringsgrundlag. Metoden kræver involvering af mange interessenter, hvilket dels udfordrer forsyningernes kompetencer, dels giver risiko for forsinkelser i de enkelte projekter. Spørgsmålet er, om rammerne i Danmark er til stede for at nå helt frem til implementeringsfasen.

3. Aktuelle problematikker

Investeringer i vand-infrastruktur kan bruges til mere end at sikre rent drikkevand og en miljømæssigt forsvarlig spildevandskvalitet. Disse betydelige investeringer kan være en drivkraft for teknisk, byplanmæssig og organisatorisk nytænkning, og dermed bidrage til værdiskabelsen i et bredere perspektiv end det rent forsyningsmæssige. Summen af de enkelte byers tiltag er derfor vigtig og lægger op til videndeling, raffinering og markedsføring på nationalt plan.

Danske byer må forventes at blive rangordnet efter deres evne til at håndtere klimaændringer, især de stadigt kraftigere regnskyl, tiltrække arbejdskraft og indfri befolkningens forventninger til livskvalitet. Byernes samlede præstation på disse tre områder vil desuden have betydning for Danmarks positionering i den internationale vidensøkonomi. De tre vigtigste udfordringer omkring temaet Den Blå By er:

- At øge danske byers afvandingskapacitet og evne til at håndtere oversvømmelser, herunder stormflod
- At få styr på de miljøskadelige stoffer i det urbane vandmiljø
- At opnå merværdi af investeringer i vandinfrastrukturer.

Forventede klimaændringer og deres betydning for vandhåndteringen

Klimaændring	Forventet ændring
Mildere vintre	+ 0,6 til + 4,6 °C
Øget vinternedbør	+ 1 til + 43 %
Varmere somre	+ 0,5 til + 4,3 °C
Reduceret sommernedbør	– 3 til – 15 %
Mere ekstreme regnskyl	+ 20 til + 22 %
Højere havvandstand	+ 0,15 til + 0,75 m
Kraftigere max. stormstyrke	+ 1 til + 10 %
Højere stormflod ved Vestkysten	+ 0,45 til + 1,05 m

Forventet klimaændring i Danmark i perioden 2071 - 2100 i forhold til perioden 1961 - 1990, baseret på FNs Klimapanelers middelhøje (A2) og middellave (B2) scenarium, samt EU's målsætning om at den menneskeskabte globale opvarmning ikke overstiger 2 grader (EU2C). Efter Regeringens strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark (Regeringen, 2008).

Når den globale temperatur stiger, kan atmosfæren indeholde mere vanddamp. Det forårsager at klimaet bliver mere ustabil med hyppigere forekomst af såvel skybrud som tørke (IPCC, 2007).

I Danmark forventes samlet set generelt vådere vintre og tørrere somre, resulterende i en større årsnedbør og længere tørkeperioder. Nedbøren forventes at falde mere voldsomt, især om sommeren.

Når regnbygerne bliver mere ekstreme og optræder hyppigere sættes kloaksystemerne under pres. Det skønnes, at kloakkapaciteten over en periode på 100 år skal forøges med omkring 30 % for at det nuværende serviceniveau kan opretholdes (SVK, 2008).

43 % af Danmarks befolkning bor i kystzonen. Med forventede havvandsstigninger på mellem 15 cm og 75 cm vil dette skabe udfordringer for sikring af havne og øvrige bygninger og anlæg i lavtliggende områder. Dertil kommer øget risiko for stormflod. Det kan få store omkostninger, hvis der ikke gennemføres forebyggende foranstaltninger i form af kystsikring og beredskabsplaner. For eksempel er det estimeret, at en statistisk 120-års stormflodshændelse i København ved en havvandsstigning på 0,5 m vil forårsage ekstra skadesomkostninger i omegnen af 15 milliarder kroner, hvis der ikke gøres noget (OECD, 2008).

Hvordan tackles de øgede vandmængder?

Kommunernes Landsforening har undersøgt, hvordan kommunerne håndterer klimaændringer. 52 % af klimatilpasningsprojekterne er rettet mod kloakker og spildevand, 32 % mod natur og planlægning, mens 16 % relaterer sig til kystsikring og havne (KL, 2008). (Se tekstboks om forventede klimaændringer).

Klimaændringerne kræver en ekstraordinær indsats for at de alvorlige og tiltagende problemer med kloakoverløb, vand på terræn og udledning af urensset spildevand til vandløbene kan komme under kontrol. Indsatsen skal ske samtidig med udbedring af det generelt nedslidte kloaknet. Med omkring 70.000 km offentlige kloakker i Danmark og et renoveringsefterslæb i størrelsesordenen 10 - 20 milliarder kroner (Henze, 2008) er der nok at tage fat på. Derudover begynder de aldersbetingede kloakudskiftninger for alvor at trænge sig på (ATV, 2001). Alt i alt står byerne ved en skillevej, hvor de beslutninger, der træffes nu, vil fastlægge retningen mange år frem i tiden.

Konventionel udbygning af kloaknettet

Den ekstra kloakkapacitet kan naturligvis tilvejebringes på konventionel vis med rør, bassiner og pumper. F.eks. med etablering af nye afskærende ledninger, supplerende underjordiske bassiner i fælleskloakerede områder eller ved at gå fra fælles- til separatkloakering efterhånden som afløbssystemet skal renoveres. Disse løsninger er velkendte; man ved hvad man får og teknologien med tilhørende beregningsværktøjer bygger på et 150-årigt erfaringsgrundlag. Men konventionelle løsninger er også ufleksible og investeringstunge. Oftest er kloaksystemerne planlagt til en levetid på 50 - 100 år, selv om den reelle levetid kan svinge meget. Det gør investeringsbyrden usikker. Samtidig negligeres de potentielle samfundsøkonomiske synergier, der ligger ud over den snævre investering i kloaknettet.

Optimering af det eksisterende kloaksystem

Udvikling af intelligente styringsværktøjer, der kan sikre maksimal udnyttelse af den eksisterende kloakkapacitet er et eksempel på spændende nytænkning i afløbssektoren. I det igangværende strategiske forskningsprojekt Storm- and Wastewater Informatics (<http://swi.er.dtu.dk>) undersøges hvorledes computersystemer kan bidrage til at optimere kloakkernes kapacitet ved at koble pumpe- og bassinkapacitet til lokale vejrdato, så relativt tørre dele af kloaksystemet kan bruges som magasin, mens en intens byge driver over en anden del af byen. Der er tale om forholdsvis små omkostninger sammenlignet med investeringer i supplerende anlæg og forventes således at blive et naturligt første skridt for mange kommuner. Optimering af pumpesystemer giver naturligvis kun mening, hvis kloakkerne er i en fornuftig stand og ikke er ved at bryde sammen, hvilket peger tilbage til renoveringsefterslæbet. En yderligere forudsætning er at kloaksystemet er beskrevet præcist med en computermodel, hvilket dog er tilfældet mange steder.

Afkobling af regnvand fra kloaknettet og håndtering af vandet i byens landskab

En supplerende eller alternativ løsning er at afkoble de største tage, veje og pladser fra kloaksystemet og i stedet håndtere afstrømningen i synlige damme og trug eller underjordiske faskiner, der indpasses i byens landskab. Gradvist kan flere og flere overflader afkobles fra kloaknettet, efterhånden som behovet

opstår. Det giver en fleksibilitet, der er ukendt i konventionelle løsninger, og muliggør en spredning i anlægsinvesteringer. Ultimativt kan alt regnvand håndteres i lokale magasiner og nedslivningsanlæg. I transformationsprocessen vil afvandingsløsningerne være afhængige af at det eksisterende kloaknet fungerer, men ved en fuldt decentral løsning kan kloakbehovet i princippet minimeres til spildevandsledninger, der transporterer spildevand fra husholdninger og industri. Herfra er der ikke langt til et system hvor spildevandets energi og næringsstofindhold kan udnyttes. Betydning af jordbundsforhold, afstand til grundvand og forureningsrisici er udfordringer, der skal belyses nærmere, ligesom de økonomiske forhold både i forhold til anlæg og drift, og i forhold til bredere cost-benefit vurderinger skal undersøges. Løsningerne, der forventes at skulle kobles direkte til visioner for byudvikling, kræver aktørinddragelse i en grad, der ikke tidligere har været normalt i afløbssektoren. I det strategiske forskningsprojekt Black, Blue and Green – Integrated Infrastructure Planning as Key to Sustainable Urban Water Systems (www.2BG.dk) arbejdes i øjeblikket med udvikling af tvær-professionelle værktøjer til belysning af problemstillinger og potentialer inden for landskabsbaseret afvanding. Det er målsætningen at værktøjerne kan måle sig med beslutningsstøttende værktøjer for konventionelle afvandingsløsninger.

Strategi for håndtering af oversvømmelser

Tendensen til kraftigere regnskyl indebærer at kloakkapaciteten skal forøges, hvis samme serviceniveau som i dag skal bibeholdes. Herved kan oversvømmelser fortsat højst forventes en gang hvert 5. år i separatsystemer og hvert 10. år i fællessystemer. Servicekravet indebærer ikke en egentlig stillingtagen til hvordan vandmængderne, under regnskyl der udløser oversvømmelser, skal håndteres.

Man kan derfor sige at kommunerne gennem deres servicemål håndterer byger under relativt normale forhold. En slags Plan A. Kun få kommuner har en Plan B, der tager stilling til håndteringen af oversvømmelser under ekstremregn. Nødvendigheden af dette dobbeltperspektiv med en Plan A og en Plan B vurderes at blive yderligere aktualiseret af klimaændringerne.

Plan B handler om, med udgangspunkt i fremadrettede risiko- og konsekvensanalyser, at udvikle fysiske, strukturelle og organisatoriske foranstaltninger, der kan minimere de økonomiske, materielle og menneskelige omkostninger af ekstremregn. Hvilke byområder skal sikres og i hvilken rækkefølge; hvor skal vandet dirigeres hen i tilfælde af oversvømmelser – hellere en fodboldbane end et bibliotek; hvor vil det være risikabelt at bygge nyt eller til hvilken kote skal nye bygninger kunne tolerere midlertidige oversvømmelser; hvordan og hvor skal der implementeres beredskabsplaner med varslingssystemer, sandsække, mobile pumper, osv.

GIS og hydrauliske modeller kan være væsentlige værktøjer til udvikling af en Plan B, men lokal erfaring og sund fornuft kan også bringe de fleste kommuner et stort skridt frem på dette område. I begge tilfælde giver »Klimakogebogen« fra DANVA (Dansk Vand- og Spildevandsforening) gode retningslinjer for udarbejdelse af Plan B (DANVA, 2006)

	Plan A, overholdelse af servicekrav	Plan B, håndtering af ekstremregn
København	1. Optimal udnyttelse af eksisterende system 2. Afkobling (Landskabsbaserede metoder) 3. Konventionel udbygning af eksisterende system	Bidrager til beredskabsplan Undersøger muligheden for at forbedre varslingsystemet Begynder at lede vand til områder, hvor skadesomkostningerne er mindst
Aalborg	Erstatning af fællessystem med separat-system i løbet af 100 år Krav om nedsivning på egen grund	Bidrager til beredskabsplan Begynder at lede vand til områder, hvor skadesomkostningerne er mindst
Odense	Fællessystemet udbygges både konventionelt og vha. afkoblinger (Landskabsbaserede metoder) Optimering af det eksisterende system Separering indgår som mulighed »Ingen forhånds-præferencer« – alle løsningsmuligheder er i spil.	Har udarbejdet sårbarhedskort, inkl. terrænmodel, afløbsmodel og vandløbsmodel Begynder at lede vand til områder, hvor skadesomkostningerne er mindst
Greve	Udbygning af regnvandssystemet og kontrol af vandløb	Har udarbejdet sårbarhedskort Udarbejder beredskabsplaner Opstiller vandmodel, der integrerer vandløb, kloaksystemer og terrænforhold

Skema 1. Spildevandsforsyningernes strategi for øget afvandingskapacitet og håndtering af ekstremregn i København, Aalborg, Odense og Greve Kommuner.

Skema 1 viser, hvorledes fire danske kommuner søger at øge afvandingskapaciteten og håndtere oversvømmelser. Som det fremgår, er der forskellighed i tilgangen til udfordringerne, og ikke konsensus om én løsning som eneste vej frem. Denne variation, der afspejler at danske byer har forskellige vilkår og visioner, øger sandsynligvis chancen for innovation, især hvis aktørerne formår at videndele og åbent diskutere fordele og ulemper, og evt. også forholder sig til de internationale markedsmuligheder.

Der er et massivt renoverings- og udbygningsefterslæb i de offentlige kloaker, og de aldersbetingede kloakudskiftninger begynder at presse sig på. Klimaændringernes mere ekstreme nedbørshændelser vil sætte kloakkerne under yderligere pres. Det er et spørgsmål om tid før oversvømmelserne rammer danske byer igen.

- Hvordan skabes den ekstra afvandingskapacitet?
- Hvordan skal oversvømmelserne håndteres?
- Hvilke strategier skal man sætte sin lid til?

Hvordan håndteres de miljøskadelige stoffer i byens vandmiljø?

Regnvand er i udgangspunktet rent, men når det rammer byens mange overflader, ikke mindst vejene og andre trafikerede overflader, forurenes det i betydeligt omfang. Forureningsprofilen er forskellig fra almindeligt sort spildevand fra husholdningerne. Indholdet af finpartikulært materiale, tungmetaller og miljøfremmede stoffer er stort. Det finpartikulære materiale gør afstrømmet regnvand grumset og gråbrunt, og alene af den grund uegnet til direkte rekreativt brug (Figur 3). Der er dokumenteret toksiske effekter ved direkte udledning til vandløb, men der findes intet overblik over hvilke stoffer, stofkoncentrationer og/eller stofkombinationer, der specifikt udgør et problem, endsige hvor stort problemet er i de bynære vandløb (Arnbjerg-Nielsen og Johansen, 2002).

Det hjælper ikke meget på regnvandets kvalitet at sende det gennem et almindeligt renseanlæg. De er ikke målrettet regnvandets særlige forureningsprofil, og fungerer desuden generelt dårligt, når det regner. Udover at afstrømmet regnvand i sig selv har et problematisk forureningsindhold, er regnskyl årsag til overløb i fælleskloakker, med direkte udledning af urensset spildevand til følge, ligesom oversvømmelse i fælleskloakerede områder, hvor regnvandet er opblandet med spildevand, kan udgøre en sundhedsrisiko.

Det forventes at EU's Vandrammedirektiv vil skærpe opmærksomheden på den urbane afstrømnings indflydelse på de bynære vandløbs økologiske kvalitet (Arnbjerg-Nielsen og Johansen, 2002). En anden vigtig drivkraft er befolkningens voksende forventninger til et rent bymiljø, herunder et trygt og rent vandmiljø, der kan bruges aktivt. Investeringer, der foretages i byens afvanding, bør derfor samtidig sikre en fornuftig kvalitet af vandet – uanset om det ledes ud i vandløb og søer, nedsives til grundvandet, eller tilbydes som rekreativt vand til borgerne.

Kan de miljøskadelige stoffer udfases?

Afstrømmet regnvand kan indeholde fosfor, tungmetaller og miljøfremmede stoffer i potentielt skadelige koncentrationer. Det vides ikke om tungmetaller og andre miljøfremmede stoffer har en akkumuleret negativ toksisk effekt i vandmiljøet (Arnbjerg-Nielsen og Johansen, 2002; Vollertsen, 2008).

Miljøskadelige stoffer bør optimalt set fjernes ved kilden. EU's Vandrammedirektiv og den heri opstillede liste over prioriterede stoffer, der skal udfases eller reduceres inden 2015, samt EU's kemikalie- og biocidlovgivning, der regulerer indholdet af miljøskadelige stoffer i produkter, er centrale værktøjer til at reducere indholdet af miljøskadelige stoffer i vandmiljøet på kortere og længere sigt.

De prioriterede stoffer på Vandrammedirektivets liste udgør kun en brøkdel af den diffuse forurening i afstrømmet regnvand og den samlede udfasning vil være et langt sejt træk med involvering af mange parter og afhængig af udviklingen af erstatningsprodukter.

Via lokalplaner kan de enkelte byråd regulere materialevalg med henvisning til bebyggelsens ydre fremtræden. Herigennem kan indholdet af visse miljø-

skadelige stoffer indirekte reguleres, f.eks. ved at begrænse brugen af kobber og zink som tagmaterialer i et område. Som nævnt i kapitel 2 kan der i en lokalplan desuden stilles krav om at boliger forberedes til regnvandsopsamling. Hvis regnvand benyttes til forsyningsformål forbedres vandmiljøet gennem reduceret træk på grundvandet og nedsat sæbedosering ved tøjvask. (Anlæg til opsamling af regnvand fra tage til brug for wc skyl og tøjvask i maskine skal være udført i overensstemmelse med Rørcenteranvisning 003 2000, udarbejdet af Økonomi- og Erhvervsministeriet og Miljøministeriet, jf. drikkevandsbekendtgørelsens §4 stk. 2.)

Yderligere regulering af et områdes påvirkning af det lokale vandmiljø er ikke muligt for offentlige myndigheder, heller ikke via servitutter, idet det vurderes at være i strid med EU's konkurrenceregler (MST, 2007). For private arealudviklere er der frit slag for at stille skærpede krav til byggematerialer, brug af regnvand, lokal rensning, m.v. gennem tinglyste servitutter.

Kan der gennem rensning opnås en tilstrækkelig vandkvalitet?

Nye metoder og teknologier til rensning af afstrømmet regnvand er i øjeblikket under udvikling i erkendelse af, at regnvandet er forurenet og en total udfasning af miljøskadelige stoffer ikke er nært forestående. Renseteknologierne søges skræddersyet til regnvands særlige forureningssammensætning og den ønskede kvalitet af det rensede vand. Nedsivning gennem almindelig eller optimeret muldjord, der bl.a. benyttes i Berlin, vil med stor sandsynlighed tilbageholde hovedparten af de bekymrende stoffer. Som supplement til nedsivning gennem muldjord kan egentlige renseanlæg målrettet regnvand og med større hydraulisk kapacitet end filtrering gennem jord, være nødvendigt, enten hvis der skal udledes til en særlig følsom recipient, eller hvis vandet skal bruges til rekreative formål.

En af de store udfordringer for teknologier til rensning af regnvand er regnens sporadiske karakter – rensemetoderne skal fungere fra første dråbe af, også efter lange tørvejrperioder, og behandlingskapaciteten skal være stor. Desuden skal både partikulært og opløst materiale fjernes. På samme måde som for kloaksystemerne må anlæg til rensning af regnvand dimensioneres til at kunne behandle op til en vis størrelse regn, f.eks. 5- eller 10-års regnen. Ved ekstreme hændelser må det formodentlig accepteres at regnvand, afstrømmet fra byoverflader, udledes uden forudgående rensning. En anden betydelig udfordring er indpasning af renseanlæg i bybilledet. Især i tætte bydele, hvor forureningstrykket ofte er størst, vil der let opstå arealkonflikter, hvis et anlæg til rensning af regnvand lægger beslag på f.eks. et grønt område. Det vil være mere elegant hvis sådanne anlæg kan indbygges underjordisk, i by-inventaret eller direkte i belægninger og andre konstruktionsmaterialer.

Om end der i Danmark foregår betydelig aktivitet, bl.a. med udvikling af rensebassiner i Life Treasure projektet (www.life-treasure.dk) og Dobbeltporøs Filtrering i Ørestad (Jensen, 2009, Figur 3), er der i Danmark og internationalt generelt få erfaringer med rensning af afstrømmet regnvand i større skala.



Figur 3: Prøver af afstrømmet regnvand fra veje og P-pladser i Ørestad, udtaget før, under og efter rensning i et 50 m langt dobbeltporøst filter, placeret underjordisk i Byparken i Ørestad. Flaske 1 er indløbsvand, flaske 8 er udløbsvand. De seks midterflasker er udtaget efter henholdsvis 1 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m og 49 m passage gennem filteret. Hydraulisk belastning: 9 m³/t på anlæg med dimensionerne L: 50 m, B: 3,4 m, D: 0,096 m. Foto: Marina Bergen Jensen.

Der er generel enighed om at afstrømmet regnvand er forurenet, og at overløb fra fælleskloak rummer sygdomsrisici, men p.t. mangler såvel dokumentation for problemernes reelle omfang som teknikker og strategier til sikring af en forsvarlig omgang med vandet i de forskellige sammenhænge. Vandrammedirektiv og befolkningens skærpede forventninger til rent og tilgængeligt vand i byerne er sammen med det stigende globale behov for lukkede urbane vandkredsløb vigtige drivkræfter.

- Skal Danmark have et nationalt program til dokumentation af skadevirkninger og risici forbundet med regnbetingede udløb og overløb?
- Hvilke teknikker er egnet til rensning af afstrømmet regnvand og hvilken vandkvalitet opnås?
- Hvilke strategier kan anbefales, f.eks. i forhold til nedsivning og grundvandsbeskyttelse, rekreativt brug og sundhedsrisici, udledning til recipient og opnåelse af god økologisk tilstand?

Kan der skabes merværdi af investeringer i vandinfrastrukturer?

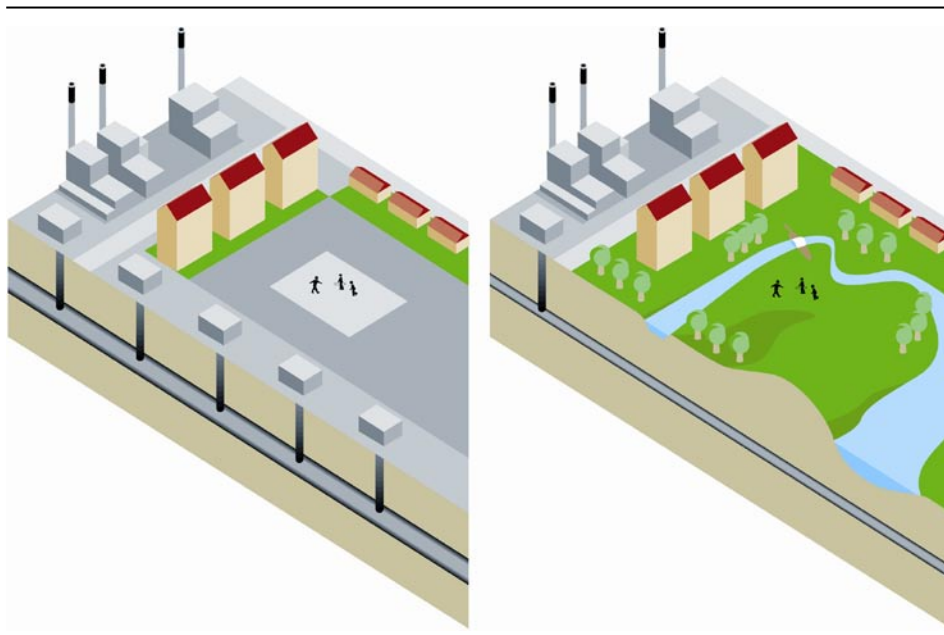
De nødvendige investeringer i renovering, udbygning og klimatilpasning af afløbssystemer er betydelige. Det er derfor rimeligt at forsøge at skabe synergi mellem disse infrastrukturinvesteringer og realiseringen af øvrige visioner, både for de pågældende byer og landet som helhed. .

Kan vandets attraktionsværdi udnyttes mere aktivt?

De største kapacitetsproblemer og de største samfundsmæssige omkostninger ved oversvømmelser vil som hovedregel være i de fælleskloakerede områder i den eksisterende by. I mange tilfælde kan investeringer i vandrelaterede udfordringer tænkes sammen med øvrige sociale, strukturelle og sundhedsmæssige opgaver i byen.

Håndteres afstrømmet regnvand i helt eller delvist åbne systemer kan regnvand ændre status fra spildevand til ressource (figur 4). Forudsætningen er at afvandingsløsningerne sammenflettes med byens aktuelle og planlagte arealanvendelse og tilpasses det lokale landskab. Ved at anerkende vandets æstetiske og rekreative værdier kan decentrale afvandingsløsninger være med til at skabe attraktive bymiljøer, hvor kreative arbejdstagere ønsker at leve deres liv og vidensintensive virksomheder ønsker at investere. Det handler om at skabe mål og visioner, der rækker videre end den enkelte forsynings eller forvaltnings opgave, og etablere samarbejdsrammer baseret på politisk opbakning og målbare milepæle.

Overordnet kan vandet tænkes ind i kommunens visionsplan. Det skal identificeres, hvorledes vandet kan bidrage til realiseringen af byens strategiske målsætninger, ligesom byens geografiske, terrænmæssige og hydrologiske



Figur 4: Med synlig regnvandshåndtering løftes en andel af investeringen i byens afvanding op til overfladen, hvorved vandets dynamik og livgivende evne kan bruges som et aktiv for byens udvikling. Investeringen kan dermed tjene flere formål.

præmisser skal sammentænkes med de natur- og miljømæssige målsætninger for byens udvikling. Visse kommuner i landet arbejder i øjeblikket på dette.

Landskabsbaseret regnvandshåndtering udfordrer praksis i kommunerne, for det at tænke regnvand som ressource er stort set at vende tingene på hovedet. Integrerede løsninger kan kun blive en succes hvis der udvikles og implementeres en ny tværfaglig praksis for byplanlægning. Ekspertise med viden om vand skal ind som en kreativ medspiller tidligt i planlægningsprocessen og ikke, som det ofte er nu, høres umiddelbart før offentliggørelsen af et planforslag. Disse løsninger kræver en projektspecifik frem for en ressortspecifik organisation. Det kræver permanent og struktureret samarbejde mellem blandt andet byplanlæggere, landskabsarkitekter, miljøforvaltere og afløbsingeniører, samt udvikling af værktøjer, der kan forbedre dataudvekslingen og fremme samarbejdet på tværs. Dansk Byplanlaboratorium og DANVA har i samarbejde med DTU-Management og KU-LIFE udviklet og afprøvet et kursuskoncept for integreret vand-håndtering i byerne. Dette såkaldte »Platforms-kursus« udbydes på kommerciel basis i 2009.

Kan vandets internationale markedspotentiale bruges som en drivkraft?

Det globale marked for vand er i voldsom vækst. Det er i sig selv et eksempel på et vidensintensivt marked, som Danmark har en betydelig andel af. Det internationale marked for eksport af viden og miljøteknologi med relation til vand anslås til ca. 1800 mia. kr. årligt og forventes fordoblet indenfor de kommende 20 år (MST, 2003; Hedegaard, 2006).

Regeringens handlingsplan til fremme af miljøeffektiv teknologi udpeger vandsektoren som én blandt 5 miljøteknologiske sektorer, der har de bedste betingelser for vækst (Regeringen, 2007). De krav, der stilles til danske byers håndtering af vandressourcen såvel teknisk som institutionelt er en vigtig drivkraft for at fastholde og udvikle den danske vandsektors kompetencer, og en afgørende faktor for hvilke produkter og ydelser, der kan tilbydes til verdensmarkedet. I et politisk og strategisk perspektiv er det vigtigt at være opmærksom på denne sammenhæng for landets konkurrencekraft.

Som vist i tekstboksen på næste side er Danmark begunstiget med en række stærke satsninger og netværk, der giver et godt grundlag for kompetenceudvikling og innovation på tværs af professioner og institutioner.

Eksempler på netværk og organisationer med fokus på danske vandkompetencer

Danish Water Services (www.danishwater.dk) er et eksempel på en erhvervsklynge på Fyn bestående af danske entreprenører, produktleverandører, rådgivere, forsyningsvirksomheder og vidensinstitutioner, der sørger for at indsamle og kommunikere ekspertise fra Danmark til det internationale marked.

Dansk Industri (www.di.dk), Danish Water Forum (www.danishwaterforum.dk) og Vandpartnerskabet (www.fremtidensmilliardindustrier.dk/vandpartnerskabet) arbejder alle målrettet med videndeling, styrkelse af netværk og udvikling af danske kompetencer til det globale marked.

Dansk Arkitektur Center (www.dac.dk) har generelt, og særligt i 2009, internationalt fokus på vandets rolle i den bæredygtige by.

Forskningsplatformen Vand (www.forskningsplatformen-vand.dk), oprettet 2006, har for Det Strategiske Forskningsråd udpeget de vigtigste vandrelaterede forskningsområder. Som en sidegevinst er det tilhørende danske netværk, både mellem universiteterne internt og mellem universiteter, virksomheder og forsyninger blevet styrket.

DANVA (www.danva.dk), der er en interesseorganisation for danske vand- og spildevandsforsyninger, gør en stor indsats for at udvikle og optimere forsyningernes kompetencer og de politisk-organisatoriske rammer, der arbejdes under.

IDA-miljø under Ingeniørforeningen (www.ida.dk/idamiljoe) afholder løbende et betydeligt antal arrangementer med fokus på vand, ligesom Spildevandskomiteén under samme forening udarbejder retningslinjer og best-practice dokumenter på en lang række vandtekniske områder.

Dansk Byplanlaboratorium (www.byplanlab.dk), der er en fond til byplanlægningens fremme, har stigende fokus på håndtering af vand i byen. Ved det 58. byplanlæggermøde, der blev afholdt i efteråret 2008 med deltagelse af over 600 byplanlæggere var temaet »Byer i balance – veje til en bæredygtig udvikling«.

Kan samarbejdskulturen udnyttes til fremme af innovation?

Det internationale marked for miljøteknologi er en motivation for virksomheder og investorer til at beskæftige sig med udviklingsprojekter. Samtidig er denne mulighed interessant for kommuner og forsyningsselskaber, der gerne vil dele ud af deres viden og erfaringer, gøre sig attraktive som arbejdsgivere, tiltrække og fastholde kompetente medarbejdere, og forbedre de økonomiske rammer til gavn for forsyningerne. Hvilke muligheder de offentlige vand- og spildevandsforsyninger, der alle med udgangen af 2009 skal være selskabsgjort, har for at øge deres indtjening ved aktiviteter udover deres kerneydelser, f.eks. via aktiviteter i udlandet, er ikke klart. Denne usikkerhed stiller samtidig spørgsmål ved om innovationskæden i Danmark kan holdes ubrudt.

Danmark har gode vilkår for at udvikle klimarobuste og bæredygtige løsninger. For i Danmark er klimaændringerne moderate, økonomien sund, og der er god tradition for samarbejde på tværs af institutioner og professioner. Der findes desuden en stærk plankultur, og kommuner og offentlige forsyninger har generelt en stab af særdeles dygtige embedsfolk. Kan disse forudsætninger løftes til en egentlig tværprofessionel og tværorganisatorisk tilgang til håndteringen af byens vand, kan der skabes synergi, og det kan sikres at de nødvendige investeringer i f.eks. klimatilpasning og imødekommelse af strengere miljøkrav sker med størst mulig samfundsøkonomisk gevinst, herunder international konkurrencekraft.

Der er behov for fyrtårnsprojekter, som Danmark kan vise frem for resten af verden. Uden referencer i egen baggård er det vanskeligt at overbevise

udenlandske kunder om løsningernes fortræffelighed. Forudsætningen for sådanne fyrtårnsprojekter er, at forsyningsselskaberne får et økonomisk fri- rum til, sammen med virksomheder og forskningsmiljøer, at engagere sig heri.

Et potentielt fyrtårnsprojekt, hvis realiseret, er udarbejdet af en gruppe eksper- ter fra Københavns Energi og DTU. Det belyser mulighederne for at gøre København selvforsynende med vand gennem en integreret strategi for håndtering af byens vand- og spildevand. I alt opstilles 9 scenarier, der som et idékatalog bl.a. vurderer brug af afsaltet havvand til forsyningsformål, lokal opsamling, brug og/eller nedsivning af regnvand og implementering af decentrale »vandfabrikker«, der modtager spildevand og producerer drik- kevand (DTU, 2006). Projektet demonstrerer et progressivt tankesæt, der måske kan udbredes og videreudvikles i vandsektoren.

I 2008 og 2009 kører innovationsprojekt 19K (www.19K.dk), som et tvær- institutionelt samarbejde mellem mere end 20 kommuners tekniske forvalt- ninger og forsyningsselskaber, samt en række vidensinstitutioner, branche- netværk, rådgivere og producenter i afløbssektoren. Projektets formål er at løfte innovationshøjden i den danske afløbsbranche, og vil specifikt resultere i et søgbart Idékatalog og en net-baseret Markedsplads for koordinering af udviklingstiltag på tværs af geografi og institutioner. 19K søger at fremme nytænkning i forhold til sikring af afvandingskapacitet, vandets kvalitet og afløbsbranchens samarbejde med andre. Projektet er opdelt i en Erkendelse- fase, der præciserer branchens problemstillinger, en Generisk Fase, hvor problemer forsøges vendt til nye kompetencer og løsninger, og en Priorite- rings- og Modningsfase, hvor de mest oplagte idéer forberedes til afprøvning. Projektet forsøger således at skabe en struktur, hvor innovationskæden er intakt, dvs. fra en idé opstår, over dens afprøvning til evt. produktudvikling. Efter projektets afslutning vil det være hensigtsmæssigt at videreføre det etablerede netværk samt de to IT-baserede produkter, Idékataloget og Mar- kedspladsen, på nationalt plan.

Det globale marked for produkter og know-how med relation til vand er enormt og i voldsom vækst. Danmark er på forkant med miljøbeskyttelse og står stærkt på området integreret byplanlægning. I forhold til lukkede vand- kredsløb hæmmes den teknologiske udvikling i Danmark af landets gunstige grundvandsforhold, mens befolkningens stigende forventninger til et rent vandmiljø i byen på den anden side kan presse en udvikling igennem.

- Kan de nødvendige investeringer i øget kloakkapacitet fungere som løf- testang for investeringer i andre rumlige, sociale og økonomiske udfor- dringer i byen?
- Hvilke planlægningsmæssige værktøjer skal bringes i spil?
- Hvordan skabes de lovgivningsmæssige rammer, der fremmer udviklingen?
- Hvordan sikres lokal forankring i kommuner, i lokalområdet og hos den enkelte borger?
- Hvilke perspektiver ligger der i danske byer som internationale showcases?

4. anbefalinger

Udviklingen af en politik, der aktivt bidrager til en bæredygtig håndtering af byens vandressource, bør forholde sig til følgende temaer:

1. Der bør skabes gode rammer for innovation i vandsektoren. Fra idéudvikling, over afprøvning og erfaringsudveksling, til produktmodning og markedsføring. Både på det tekniske område, hvor håndtering af vandets volumen og vandets kvalitet kræver nytænkning, og på det organisatoriske område, hvor de faglige skel mellem afløbsingeniører, byplanlæggere og miljøforvaltere er en hæmsko for innovation. Staten bør overveje at tage en del af risikoen, når der skal eksperimenteres med infrastrukturens systemer, en risiko der ellers kan være en bremseklods i lokale sammenhænge. Desuden bør der skabes de nødvendige økonomiske rammer for at forsyningerne kan deltage i udviklingsorienterede aktiviteter på området. Endelig er det vigtigt at der bakkes op om nationale netværk og databaser, så viden kan deles og ressourcerne udnyttes optimalt.
2. I takt med at flere af landets store kommuner vælger at satse massivt på afkobling som alternativ til udbygning af eksisterende afvandingssystem, er der behov for dels at vurdere økonomien i denne strategi versus konventionelle løsninger, dels at afdække hvilke incitamenter de forskellige aktører kan have til at håndtere regnvand på egen grund. Hvad er de direkte og indirekte omkostninger og gevinster ved at afkoble regnvand? Hvilke incitamenter kan der skabes via oplysning og kampagner, økonomisk regulering, uddannelse, osv.? Information om disse forhold kan effektivisere landets tilpasning til et ændret nedbørsmønster.
3. Alle kommuner bør tage aktivt stilling til hvorvidt man har behov for en Plan B, dvs. en plan for hvordan oversvømmelser forårsaget af ekstremregn håndteres. Hvor behovet eksisterer, bør planen udarbejdes og implementeres straks.
4. Efterhånden som de varslede klimaændringer kan beskrives mere præcist bør både Plan A (overholdelse af aftalte servicekrav) og Plan B (kontrollerede oversvømmelser) justeres. Der bør være en anbefalet tidscyklus f. eks. 5 - 10 år for opdatering af disse planer.
5. Ansvar for at sikre byens afvanding og kontrol med oversvømmelser bør deles mellem flere professioner, og ikke alene varetages af afløbsingeniører. Dette vurderes at være et gensidigt ønske fra de forskellige professioner, inklusive afløbsingeniørerne. En bredere forankring kan fremmes af fyrtårnsprojekter, der stiller krav om integrerede løsninger.
6. I forbindelse med Vandrammedirektivets implementering bør det overvejes at pålægge forsyningerne et medansvar for opnåelse af god økologisk tilstand i de bynære vandløb og søer, der er stærkt påvirket af regn- og spildevandsudledninger.
7. Der bør skabes et bedre grundlag for at træffe beslutninger omkring håndtering af vandets kvalitet. Der er behov for grundig dokumentation af hvilke miljøskadelige stoffer, der optræder i regnafstrømningen fra danske byer, i hvilke koncentrationer og med hvilke effekter.

8. Der bør opstilles retningslinjer for brug af opsamlet regnvand til rekreative formål. Må der indrettes legepladser, hvor opsamlet regnvand indgår som element, under hvilke forhold må regnvand bruges til badevand, osv.?
9. Udvikling og afprøvning af renseteknologier til at opnå en målsat kvalitet af afstrømmet regnvand vurderes at være en forudsætning for fuldt at kunne udnytte regnvandet som positiv ressource i byudviklingen. Med kontrol af regnvandets kvalitet kan bekymringer for grundvandsforurening i forbindelse med nedsivning af afstrømmet regnvand undgås. Rensning af afstrømmet regnvand kan endvidere vise sig nødvendig for opfyldelsen af Vandrammedirektivet. Teknologier til rensning af afstrømmet regnvand vurderes desuden at blive en vigtig konkurrenceparameter på det internationale marked.
10. Visioner om danske fyrtårnsprojekter bør styrkes og forsøges realiseret. Gerne som et samarbejde mellem statslige aktører, forsyninger, forskningsprogrammer, fonde og organisationer, private og offentlige bygherrer. Kompetenceudvikling og international markedsføring skal være de gevinster, der genererer aktørernes engagement.

Referencer

Arnbjerg-Nielsen, K. og Johansen, N.B. (2002): Krav til regnbetingede udledninger i forhold til Vandrammedirektivet. Spildevandskomiteen, Ingeniørforeningen i Danmark. Tilgængelig online på

<http://ida.dk/netvaerk/fagtekniskenetvaerk/spildevandskomiteen/Documents/vandrammedirektivApril2002.pdf>

ATV (2001): Dansk infrastruktur i forfald? – En hvidbog om vedligeholdelse. Akademiet for de Tekniske Videnskaber, 2001. Tilgængelig online på

http://www.atv.dk/uploads/c114a_infrastrukturhvidbog.pdf

DANVA (2006): En kagebog for analyse af klimaændringernes effekter på afløbssystemer – med fokus på oversvømmelser. Tilgængelig online på

http://viewer.zmags.com/showmag.php?mid=trwqt&preview=1&_x=1#page0/

DANVA (2007): Vandforsyningstatistik 2007. Udtræk af nøgletal for 2007 for stamdata 0900, 1000, 1100, 1200. www.bessy.dk. Dansk Vand- og Spildevandsforening, DANVA, 2007.

DTU (2006): Integreret håndtering af vand og spildevand i København: Projekt A2 – Opstilling og analyse af 9 scenarier for fremtidens vand- og spildevandshåndtering i København. Endelig udgave. Institut for Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet, 2006. Tilgængelig online på

www2.er.dtu.dk/publications/fulltext/2006/MR2006-131.pdf

Erhvervs- og Byggestyrelsen (2002): Fra taget til toilettet – om brug af regnvand fra tage i wc-skyl og vaskemaskiner. Miljøstyrelsen, 2002. Tilgængelig online på www.ebst.dk/file/1933/fra_taget_til_toilettet.pdf

EU (2007): Europa-parlamentets og rådets direktiv 2007/60/EF af 23. oktober 2007. Den Europæiske Unions Tidende, L 288/27-34, 6. november, 2007.

Tilgængelig online på

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:DA:PDF>

Hedegaard, C. (2006): Tale under høring om miljøteknologi, Folketinget, den 21. februar 2006.

Henze, M. (2008): Interview i MagasinetPenge, DR1, onsdag den 17. september 2008. Tilgængelig online på www.dr.dk/DR1/penge/2008/09/17130334.htm

Home (2008): home Boligbarometer, Rundspørge blandt forretningschefer i ejendomsmæglerkæden home. Offentliggjort 25. november 2008. Tilgængelig online på <http://home.dk/get/1926809.html>

IPCC (2007): IPCC fourth assessment report: climate change 2007. Tilgængelig online på http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf

Jensen, M.B. (2009): Basisrapport – dobbeltporøs filtrering.

http://www.sl.life.ku.dk/upload/basis_rapport_event_1-25_2009.doc

KL (2008): Kommunerne arbejder med klima. Undersøgelse fremlagt under Politisk Forum, 29.-30. april 2008, Kommunernes Landsforening. Tilgængelig online på http://kl.dk/ImageVault/Images/id_32517/ImageVaultHandler.aspx

MST (2003): Miljø, teknologi og innovation – bidrag til en grøn markedsøkonomi. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 24, 2003. Tilgængelig online på www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2003/87-7972-781-6/pdf/87-7972-782-4.pdf

MST (2007): Muligheder for at stille miljøkrav til byggematerialer i forhold til EU-retten, Den tværministerielle arbejdsgruppe om miljøkrav til byggematerialer, Miljøministeriet, 2007. Tilgængelig online på www.ft.dk/samling/20072/almdel/MPU/Bilag/127/522547.PDF

OECD (2008): Assessing climate change impacts, sea level rise and storm surge risk in port cities: a case study on Copenhagen, Environment working papers, no. 3, Environment Directorate. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2008. Tilgængelig online på [www.oilis.oecd.org/oilis/2008doc.nsf/LinkTo/NT00005B7A/\\$FILE/JT03252250.PDF](http://www.oilis.oecd.org/oilis/2008doc.nsf/LinkTo/NT00005B7A/$FILE/JT03252250.PDF)

Plan09 (2008): Værdistigninger i byudviklingsprojekter – inspiration til økonomiske vurderinger af planer, Plan09, Miljøministeriet. 2008. Tilgængelig online på www.plan09.dk/NR/rdonlyres/6D5E284B-085B-4994-A534-446C0B5B67EE/0/v%C3%A6rdistigning_web.pdf

Regeringen (2007): Danske løsninger på globale miljøudfordringer – Regeringens handlingsplan for fremme af miljøeffektiv teknologi, Miljøministeriet, 2007. Tilgængelig online på <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2007/978-87-7052-511-4/pdf/978-87-7052-512-1.pdf>

Regeringen (2008): Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark, Energistyrelsen, 2008. Tilgængelig online på www.ens.dk/graphics/Publikationer/Klima/Strategi_for_tilpasning_til_klimaaendringer_i_Danmark/pdf/978-87-7844-720-3.pdf

SVK (2008): Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer, Skrift nr. 29, IDA Spildevandskomiteen, Ingeniørforeningen i Danmark, 2008. Tilgængelig online på http://ida.dk/netvaerk/fagtekniskenetvaerk/spildevandskomiteen/Documents/SVK_Skrift29_final.pdf

Rørcentret (2002): Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger, Rørcenteranvisning 003, 2. udgave, Rørcentret, Teknologisk Institut, 2002. Tilgængelig online på www.ebst.dk/file/6053/brug_af_regnvand.pdf

Vollertsen, J. (2008): Er regnvand det rene vand? Præsentation under 19K, 24. januar 2008. Tilgængelig online på: http://www.19K.dk/root/media/28875_Er%20regnvand%20det%20rene%20vand.pdf



Den blå by – udfordringer og muligheder



Skov & Landskab
Københavns Universitet
Rolighedsvej 23
1958 Frederiksberg C
Tel. 3533 1500
sl@life.ku.dk
www.sl.life.ku.dk

Nationalt center for
forskning, uddannelse og
rådgivning i skov
og skovprodukter,
landskabsarkitektur og
landskabsforvaltning,
byplanlægning og bydesign